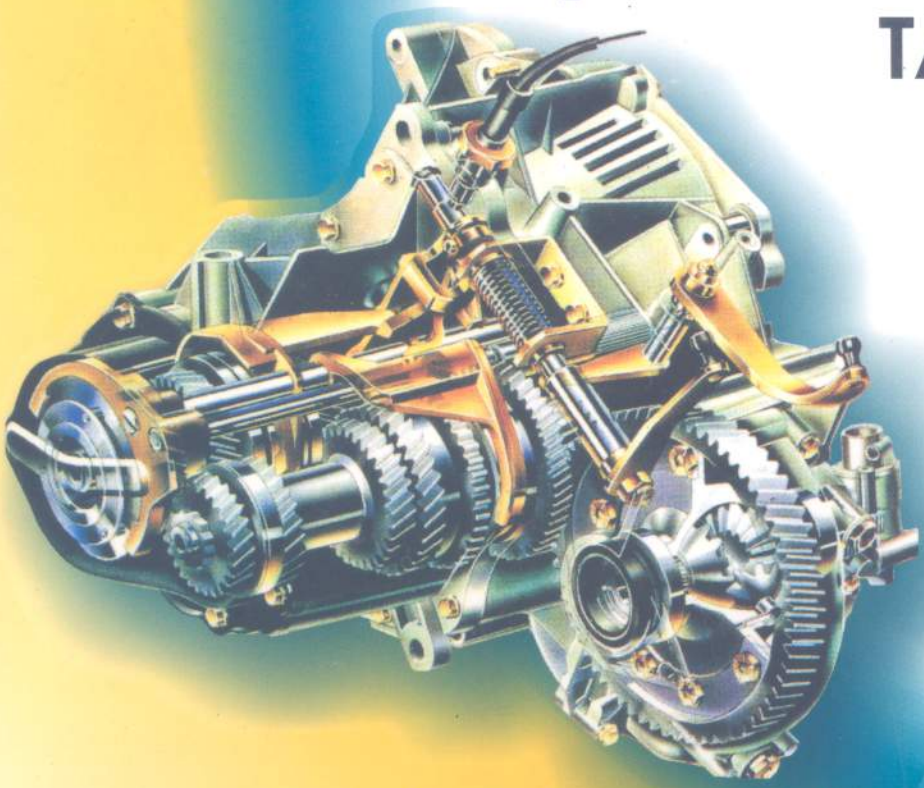
GS. TS. NGUYỄN ĐẮC LỘC
PGS. TS. LÊ VĂN TIẾN
PGS. TS. NINH ĐỨC TỐN
PGS. TS. TRẦN XUÂN VIỆT

Sổ tay CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

TẬP 2



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Gs. Ts. Nguyễn Đắc Lộc. Pgs.Ts. Lê Văn Tiến.
Pgs.TS. Ninh Đức Tốn. Pgs.Ts. Trần Xuân Việt.

SỔ TAY
CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Tập 2

(In lần thứ 4)

Chủ biên: Gs.Ts. Nguyễn Đắc Lộc.

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT.
HÀ NỘI 2005.

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay khoa học kỹ thuật đang phát triển với một tốc độ vũ bão, mang lại những lợi ích to lớn cho con người về tất cả các lĩnh vực tinh thần và vật chất. Để nâng cao đời sống của nhân dân, để hội nhập vào sự phát triển chung của các nước trong khu vực, cũng như các nước trên thế giới, Đảng và Nhà nước ta đã đề ra mục tiêu trong những năm tới là thực hiện "Công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước".

Muốn thực hiện "Công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước", một trong những ngành cần quan tâm phát triển mạnh đó là cơ khí chế tạo vì cơ khí chế tạo đóng vai trò quan trọng trong việc sản xuất ra các thiết bị, công cụ cho mọi ngành kinh tế quốc dân, tạo tiền đề cần thiết để các ngành này phát triển mạnh hơn.

Để phục vụ cho việc phát triển ngành cơ khí hiện nay chúng ta cần đẩy mạnh đào tạo đội ngũ cán bộ kỹ thuật có trình độ chuyên môn cao về các lĩnh vực công nghệ kinh điển, đồng thời phải đáp ứng được những công nghệ tiên tiến, công nghệ tự động trong sản xuất cơ khí. Mặt khác cần tăng cường các cơ sở vật chất, thiết bị máy móc và đặc biệt là các tài liệu tra cứu tham khảo trong khi học tập ở trường cũng như trong khi công tác ở các nhà máy, xí nghiệp, v...v.

Nhằm đáp ứng yêu cầu trên, chúng tôi biên soạn bộ "Sổ tay công nghệ chế tạo máy" gồm 3 tập.

Bộ sách này được dùng làm tài liệu tra cứu, học tập khi làm đồ án môn học, đồ án tốt nghiệp của học sinh, sinh viên, học viên cao học và nghiên cứu sinh các ngành cơ khí chế tạo máy thuộc các hệ đào tạo. Đồng thời nó còn dùng làm tài liệu phục vụ cho sản xuất trong các nhà máy cơ khí, trong các phân xưởng cơ điện sửa chữa ở các công ty sản xuất mặt hàng khác.

Được xuất bản trong thời kỳ mà khoa học công nghệ phát triển và thay đổi liên tục nên bộ sách này không thể tránh khỏi các thiếu sót về các mặt. Chúng tôi mong nhận được và trân trọng cảm ơn các ý kiến đóng góp của bạn đọc và các bạn đồng nghiệp để lần xuất bản sau, bộ sách này được hoàn chỉnh hơn.

Các ý kiến xin gửi về Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo, Hà Nội.

Các tác giả

CHƯƠNG 5. CHẾ ĐỘ CẮT

A. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ CẮT

1. Khái niệm chung.

Các số liệu về chế độ cắt được giới thiệu dưới đây là các thông số của chế độ cắt khi dùng các dụng cụ cắt bằng thép gió và hợp kim cứng; các thông số hình học của phần cắt hợp lý; mài sắc bằng đá mài kim cương cho hợp kim cứng và bằng đá mài enbo cho dao thép gió.

Khi xác định các yếu tố của chế độ cắt người ta phải tính tới các đặc điểm gia công, loại và kích thước của dụng cụ cắt, vật liệu của phần cắt, vật liệu và trạng thái của phôi, loại và tình trạng của thiết bị.

Các yếu tố của chế độ cắt thường được xác định theo trình tự sau đây:

a) Chiều sâu cắt t, mm.

Khi gia công thô lấy theo khả năng lớn nhất của t, bằng toàn bộ lượng dư gia công hoặc là phần lớn lượng dư; khi gia công tinh, chiều sâu cắt phụ thuộc vào yêu cầu về độ chính xác kích thước và độ nhám bề mặt gia công.

b) Lượng chạy dao S, mm/vòng.

Khi gia công thô, được lấy theo lượng chạy dao lớn nhất có thể, xuất phát từ độ cứng vững và độ bền của hệ thống công nghệ (máy, gá, dao và chi tiết gia công), công suất của máy, độ bền cứng vững của mảnh hợp kim cứng và các yếu tố khác; khi gia công tinh thì phụ thuộc vào cấp chính xác yêu cầu và độ nhám bề mặt gia công.

c) Tốc độ cắt V, vòng phút.

Tốc độ này được tính toán theo công thức thực nghiệm. Cho tất cả các dạng gia công V có dạng tổng quát sau:

$$V_b = \frac{C_v}{T^m t^x S^y} \qquad (1)$$

C_v - hệ số ; m, x, y - các số mũ ; T - chu kỳ bền của dụng cụ cắt, được lấy theo từng dạng gia công và được giới thiệu trong các bảng.

V_b- tốc độ cắt lấy theo một giá trị cụ thể của S, t, T, còn tốc độ cắt thực khi xác định theo V_b thì phải kể thêm một loạt các yếu tố khác, vì vậy để nhận được tốc độ cắt thực V cần phải đưa vào các hệ số điều chỉnh tốc độ cắt k_V.

Khi đó tốc độ cắt thực $V = V_b \cdot k_V$

Trong đó k_V - tích số của một loạt các hệ số.

Các hệ số quan trọng nhất dùng chung cho các loại gia công khác nhau là:

k_{MV} - hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công (bảng 5-1 ÷ 5-4).

k_{nv} - hệ số phụ thuộc vào tình trạng của bề mặt phôi, (bảng 5-5).

k_{uv}- hệ số phụ thuộc vào chất lượng vật liệu dụng cụ cắt (bảng 5-6).

Bảng 5-1. *Hệ số điều chỉnh k_{MV} phụ thuộc vào tính chất cơ lý của vật liệu gia công.*

Vật liệu gia công	Công thức tính toán
Thép	$k_{MV} = k_n \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v}$
Gang xám	$k_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v}$
Gang dẻo	$k_{MV} = \left(\frac{150}{HB}\right)^{n_v}$

σ_B - giới hạn bền của vật liệu gia công; HB - độ cứng của vật liệu gia công.
k_n - hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm thép theo tính gia công; n_v các số mũ cho trong bảng 5-2.

d) Tuổi bền T, phút.

Tuổi bền của dụng cụ là thời gian làm việc của dụng cụ cắt cho tới khi mòn, nó được đưa ra cho từng loại gia công khác nhau, phụ thuộc vào điều kiện của từng dụng cụ cắt. Khi gia công bằng nhiều dụng cụ (bộ dao) thì tuổi bền T được lấy tăng lên. Nó phụ thuộc trước hết vào số dụng cụ đồng thời làm việc , tương quan thời gian cắt với thời gian của bước công nghệ, vật liệu dụng cụ và dạng thiết bị. Khi phục vụ nhiều máy thì tuổi bền T cũng cần thiết tăng lên cùng với việc tăng số máy.

Bảng 5-2. *Hệ số điều chỉnh k_n và các số mũ n_V trong công thức tính hệ số của thép gia công k_{MV} cho trong bảng 5-1.*

Vật liệu gia công	k_n		n_V khi gia công bằng					
			Tiện		Khoan; khoét; doa		Phay	
	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng
Thép:								
+Cacbon (C ≤ 0,6%; σ_B, MPa)								
< 450	1,0	1,0	-1,0		-0,9		-0,9	
450 - 550	1,0	1,0	1,75		-0,9		-0,9	
> 550	1,0	1,0	1,75		0,9		0,9	
+Crôm có tính gia công cắt gọt cao	1,2	1,1	1,75		1,05			
+Cacbon (C > 0,6%)	0,85	0,95	1,75				1,45	
+Crôm - niken; crôm - môlipđen - vanadi	0,8	0,9	1,5				1,35	
+Crôm-manggan, crôm-silic, crôm-silic-manggan, crôm - niken - môlipđen, crôm - môlipđen-nhôm.	0,7	0,8	1,25	1		1,0		1,0

(tiếp bảng 5-2)

Vật liệu gia công	k_n		n_V khi gia công bằng					
			Tiện		Khoan; khoét; doa		Phay	
	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng	Thép gió	Hợp kim cứng
+ Crôm vanadi	0,85	0,8	1,25		0,9			
+Mangan	0,75	0,9	1,5			1		
+Crôm-niken-vonfram; crôm-môlipden	0,8	0,85	1,25					
+Crôm-nhôm	0,75	0,8	1,25					
+ Crôm-nicken-vanadi	0,75	0,85	1,25					
+ Thép gió	0,6	0,7	1,25					
Gang:								
+ Xám			1,7	1,25	1,3	1,3	0,95	1,25
+ dẻo			1,7	1,25	1,3	1,3	0,85	1,25

Bảng 5-3. *Hệ số điều chỉnh k_{MV} phụ thuộc vào tính cơ lý của thép và hợp kim có độ bền nhiệt và chống ăn mòn trong công thức tính tốc độ cắt.*

Mác thép và hợp kim	σ_B, MPa	k_{MV}	Mác thép và hợp kim	σ_B, MPa	k_{MV}
12X18H9T	550	1,0	XH60BT	750	0,48
13X11H2B2MΦ	1100-1460	0,8-0,3	XH77TIO	850-1000	0,40
14X17H2	800-1300	1,0-0,75	XH77T P		0,26
13X14H3B2ΦP	700-1200	0,5-0,4	XH35BT	950	0,5
37X12H8Г8MΦБ	-	0,95-0,72	XH70BMTIO	1000-1250	0,25
45X14H14B2M	700	1,06	XH55BMTKIO	1000-1250	0,25
10X11H20T3P	720-800	0,85	XH65BMTIO	900-1000	0,20
12X21H5T	820-10000	0,65	XH35BTIO	900-950	0,22
20X23H18	600-620	0,08	BT3-1; BT3	950-1200	0,40
31X19H9MBБT		0,04	BT5; BT4	750-950	0,70
15X18H12C4TIO	730	0,05	BT6;BT8	900-1200	0,35
XH78T	780	0,75	BT14	900-1400	0,53-0,43
XH75MБTIO	-	0,53	12X13	600-1100	1,5-1,2
			30X13;40X13	850-1100	1,3-0,9

Bảng 5-4. *Hệ số điều chỉnh k_{MV} phụ thuộc vào tính cơ lý của hợp kim đồng, nhôm trong công thức tính tốc độ cắt.*

Hợp kim đồng	k_{MV}	Hợp kim nhôm	k_{MV}
Không đồng nhất:		Silumin và hợp kim đúc (nhiệt luyện) $\sigma_B = 200 \div 300$ MPa ; HB > 60 Đuaralumin (nhiệt luyện) $\sigma_B = 400 \div 500$ MPa ; HB > 100	0,8
HB > 140	0,7		
HB từ 100 — 140	1,0		
Chỉ có cấu trúc cơ bản:		Silumin và hợp kim đúc (nhiệt luyện) $\sigma_B = 100 \div 200$ MPa ; HB ≤ 65 Đuaralumin $\sigma_B = 300 \div 400$ MPa ; HB ≤100	1,0
Không đồng nhất	1,7		
Đồng nhất	2,0		
Hợp kim có chứa chì < 10%	4,0		
Khi cấu trúc cơ bản đồng nhất:			
Đồng	8	Đuaralumin, $\sigma_B = 200 \div 300$ MPa	1,2
Hợp kim có chứa chì > 15%	12		

Bảng 5-5. *Hệ số điều chỉnh k_{nv} phụ thuộc vào tình trạng bề mặt phôi trong công thức tính tốc độ cắt.*

Tình trạng bề mặt phôi					
Không vỏ cứng	Có vỏ cứng				
	Cán	Rèn	Thép và gang đúc theo vỏ mỏng		Hợp kim đồng và nhôm
			Thông thường	Nhiễm bẩn nhiều	
1,0	0,9	0,8	0,8 ÷ 0,85	0,5 ÷ 0,6	0,9

Bảng 5-6. *Hệ số điều chỉnh k_{uv} phụ thuộc vào vật liệu của dụng cụ cắt trong công thức tính tốc độ cắt.*

Vật liệu gia công	k_{uv}						
Thép xây dựng	T5K12B 0,35	T5K10 065	T14K8 0,8	T15K6 1,00	T15K6 1,15	T30K4 1,4	BK8 0,4
Thép bền nhiệt và chống ăn mòn	BK8 1,0	T5K10 1,4	T15K6 1,9	P18 0,3	-		
Thép đã qua tôi	HRC 35 - 50				HRC 51 - 62		
	T15K6 1,0	T30K4 1,25	BK6 0,85	BK8 0,63	BK4 1,0	BK6 0,92	BK8 0,74
Gang xám và gang dẻo	BK8 0,83	BK6 1,0	BK4 1,1	BK3 1,15	BK3 1,25	-	
Thép, gang, hợp kim đồng và nhôm	P6M5 1,0	BK4 2,5	BK6 2,7	9XC 0,6	XBГ 0,6	Y12A 0,5	-

Trong trường hợp bình thường, việc tính toán giá trị chính xác của chu kỳ bền T rất phức tạp. Vì thế có thể tính gần đúng chu kỳ bền T khi gia công nhiều dụng cụ theo công thức:

$$T_{nhd} = T.\ k_{TU}$$

Còn khi phục vụ nhiều máy thì:

$$T_{nhm} = T.\ k_{TC}$$

Trong đó: T- tuổi thọ giới hạn của dụng cụ, phút.

k_{TU} - hệ số thay đổi chu kỳ bền theo số dụng cụ đồng thời làm việc (bảng 5-7) .

k_{TC}- hệ số thay đổi chu kỳ bền theo số máy đồng thời làm việc (bảng 5-8).

Bảng 5-7. *Hệ số thay đổi chu kỳ bền k_{TU} theo số dụng cụ đồng thời làm việc ở mức độ tải trọng trung bình và đồng đều.*

Số dụng cụ làm việc	1	3	5	8	10	15
k_{TU}	1	1,7	2	2,5	3	4
1- Khi tải trọng đồng đều hệ số k_{TU} tăng lên hai lần.						
2- Khi tải trọng có mức độ không đồng đều lớn thì hệ số k_{TU} giảm đi 25 ÷ 30%.						

Bảng 5-8. *Hệ số thay đổi chu kỳ bền k_{TC} theo số máy đồng thời làm việc.*

Số máy đồng thời làm việc	1	2	3	4	5	6	7 và >
k_{TC}	1,0	1,4	1,9	2,2	2,6	2,8	3,1

e) Lực cắt P.

Khi tính toán lực cắt, người ta chú ý tới thành phần lực cắt chính Pz, nó xác định công suất cắt tiêu hao Ne và mômen xoắn Mx trên trục chính của máy. Quan hệ về lực cắt được tính theo công thức thực nghiệm, các hệ số điều chỉnh và số mũ trong các công thức cho các dạng gia công khác nhau được giới thiệu trong bảng 5-9.

Bảng 5-9. *Hệ số điều chỉnh k_{MP} dùng cho thép và gang phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công trong công thức tính lực cắt*

Vật liệu gia công	Công thức tính toán	Số mũ n khi xác định		
		Pz khi tiện	Ms; Po khi khoan; khoan rộng và khoét	Pz khi phay
Thép cacbon và thép hợp kim σ_B ,MPa: ≤ 600 > 600	$k_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n$	0,75/0,35 0,75/0,75	0,75/0,75 0,75/0,75	0,3/0,3 0,3/0,3
Gang xám	$k_{MP} = \left(\frac{HB}{190}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Gang dẻo	$k_{MP} = \left(\frac{HB}{150}\right)^n$	0,4/0,55	0,6/0,6	1,0/0,55
Tử số chỉ số mũ n cho hợp kim cứng; mẫu số dùng cho thép gió.				

Các số liệu cho trong bảng chỉ để tính lực cắt trong các điều kiện công nghệ cụ thể (chiều sâu cắt t; lượng chạy dao S; chiều rộng phay B; v...v) còn thực sự muốn có hiệu quả ta cần phải xác định một loạt các yếu tố khác. Các trị số của chúng phụ thuộc vào các điều kiện cắt thực tế và ta nhận được bằng cách nhân với hệ số điều chỉnh k_P- hệ số điều chỉnh tổng quát, phụ thuộc vào sự thay đổi so với điều kiện cắt trong bảng và là tích số của một loạt các hệ số.

Quan trọng nhất trong các hệ số đó là k_{MP}- hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công, được giới thiệu trong bảng 5-9 dùng cho thép và gang, bảng 5-10 dùng cho hợp kim đồng, nhôm.

Bảng 5-10. *Hệ số điều chỉnh k_{MP} dùng cho hợp kim đồng, nhôm phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công trong công thức tính lực cắt.*

Hợp kim đồng	k_{MP}	Hợp kim nhôm	k_{MP}
Không đồng nhất		Nhôm và silumin,	1,0
HB = 120	1,0	Đuara, σ_B, MPa :	
HB > 120	0,75	250	1,5
Chỉ có cấu trúc cơ bản không đồng nhất và chỉ có thành phần 10% khi cấu trúc cơ bản đồng nhất:	0,65-0,7	350	2,0
		> 350	2,75
Đồng nhất	1,8-2,2		
Đồng đỏ	1,7-2,1		
Có thành phần chì > 15%	0,25-0,45		

2. Tiện.

a) Chiều sâu cắt t,mm.

Khi tiện thô và không bị hạn chế bởi công suất của thiết bị, độ cứng vững của hệ thống công nghệ thì người ta lấy t bằng lượng dư gia công; khi tiện tinh thì lượng dư được cắt sau hai hoặc nhiều bước ở các bước tiếp sau thì chiều sâu cắt t lại giảm đi so với bước sát trước.

Khi độ nhám bề mặt gia công Ra = 3,2μm thì lấy t = 0,5 ÷ 2mm và Ra = 0,8μm, thì t = 0,1 ÷ 0,4 mm.

b) Lượng chạy dao (bước tiến) S, mm/ vòng.

Khi tiện thô thì lấy theo khả năng cho phép lớn nhất theo công suất máy, độ cứng vững hệ thống công nghệ, độ bền của mảnh dao cắt và độ bền của thân dao.

Lượng chạy dao S khi tiện ngoài thô được giới thiệu ở bảng 5-11, còn khi tiện trong thô thì ở bảng 5-12.

Giá trị lượng chạy dao lớn nhất khi tiện thép 45, cho phép theo độ bền của mảnh hợp kim cứng được giới thiệu ở bảng 5-13.

Lượng chạy dao khi tiện tinh được chọn theo độ nhám của bề mặt gia công và bán kính đỉnh dao (bảng 5-14).

Khi tiện rãnh và cắt đứt thì lượng chạy dao ngang phụ thuộc vào tính chất của vật liệu gia công, kích thước của rãnh và đường kính gia công (bảng 5-15).

Lượng chạy dao khi tiện định hình được giới thiệu ở bảng 5-16.

c) Tốc độ cắt V, m/phút.

Khi tiện ngoài dọc và ngang cũng như khi tiện trong, tốc độ cắt được tính theo công thức thực nghiệm:

$$V = \frac{C_V}{T^m t^x S^y} \cdot k_V$$

Khi cắt đứt, tiện rãnh và tiện định hình thì theo công thức :

$$V = \frac{C_V}{T^m S^y} \cdot k_V$$

Trị số trung bình của tuổi bền T khi gia công một dao T=30÷60 phút; trị số điều chỉnh C_V; các số mũ x; y và m được cho ở bảng 5-17.

Hệ số k_V là tích số của nhiều hệ số ; k_{MV} phụ thuộc vào vật liệu gia công cho ở bảng 5-1 ÷ 5-4; k_{nv} phụ thuộc vào tình trạng bề mặt cho ở bảng 5-5; k_{uv} phụ thuộc vào vật liệu dụng cụ cho ở bảng 5-6.

Khi gia công nhiều dao và nhiều máy thì chu kỳ bền T tăng lên theo các hệ số k_{Tu} cho ở bảng 5-7 và k_{TC} cho ở bảng 5-8 và theo góc nghiêng chính k_φ và bán kính đỉnh dao k_r cho ở bảng 5-18.

Việc tiện tinh mỏng trên máy tiện có một loạt các đặc điểm khác với tiện thô và tiện tinh thông thường, cho nên chế độ cắt khi tiện tinh mỏng (tiện bằng dao kim cương) trên các máy tiện và máy doa có độ chính xác cao và tốc độ nhanh cho riêng ở bảng 5-19.

Bảng 5-11. *Lượng chạy dao S khi tiện thô mặt ngoài bằng dao gắn mảnh hợp kim cứng và dao thép gió.*

Đường kính chi tiết mm	Kích thước dao mm	Vật liệu gia công									
		Thép cacbon, thép hợp kim và thép chịu nhiệt					Gang và hợp kim đồng				
		Lượng chạy dao S, mm/ vòng khi chiều sâu cắt t, mm.									
		Tới 3	>3 — 5	> 5 — 8	>8 — 12	> 12	Tới 3	>3 — 5	> 5 — 8	>8 — 12	> 12
Tới 20	Từ 16 × 25 Tới 25 × 25	0,3 - 0,4	-				-				
> 20 — 40	Từ 16 × 25 Tới 25 × 25	0,4 - 0,5	0,3 - 0,4				0,4 - 0,5				
> 40 — 60	Từ 16 × 25 Tới 25 × 40	0,5 - 0,9	0,4 - 0,8	0,3 - 0,7			0,6 - 0,9	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7		
> 60 — 100	Từ 16 × 25 Tới 25 × 40	0,6 -1,2	0,5 - 1,1	0,5 - 0,9	0,4 - 0,8		0,8 -1,4	0,7 - 1,2	0,6 - 1,0	0,5 - 0,9	
> 100 — 400	Từ 16 × 25 Tới 25 × 40	0,8 - 1,3	0,7 - 1,2	0,6 - 1,0	0,5 - 0,9		1,0 - 1,5	0,8 - 1,9	0,8 - 1,1	0,6 - 0,9	
> 400 — 500	Từ 20 × 30 Tới 40 × 60	1,1 - 1,4	1,0 - 1,3	0,7 - 1,2	0,6 -1,2	0,4 - 1,1	1,3 - 1,6	1,2 - 1,5	1,0 - 1,2	0,7 - 0,9	
> 500 — 600	Từ 20 × 30 Tới 40 × 60	1,2 - 1,5	1,0 - 1,4	0,8 - 1,3	0,6 - 1,3	0,4 - 1,2	1,5 - 1,8	1,2 - 1,6	1,0 - 1,4	0,9 - 1,2	0,8 - 1,0
> 600 -1000	Từ 20 × 30 Tới 40 × 60	1,2 - 1,8	1,1 - 1,5	0,9 - 1,4	0,8 - 1,4	0,7 - 1,3	1,5 - 2,0	1,3 - 1,8	1,0 - 1,4	1,0 - 1,3	0,9 - 1,2
> 1000 - 2500	Từ 20 × 30 Tới 40 × 60	1,3 - 2,0	1,3 - 1,8	1,2 - 1,6	1,1 -1 ,5	1,0 - 1,5	1,6 - 2,4	1,6 - 2,0	1,4 - 1,8	1,3 - 1,7	1,2 - 0,7

1- Lượng chạy dao S nhỏ (thấp) dùng cho kích thước dao nhỏ và độ bền của vật liệu gia công lớn, còn lượng chạy dao lớn (cao) dùng cho kích thước dao lớn và độ bền của vật liệu gia công nhỏ.

2- Khi gia công thép và hợp kim chịu nhiệt, lượng chạy dao > 1mm/vòng, không được dùng.

3- Khi gia công bề mặt gián đoạn, và khi làm việc có va đập thì lượng chạy dao cho trong bảng cần phải giảm đi theo hệ số 0,75 - 0,85.

4- Khi gia công thép đã qua tôi, lượng chạy dao trong bảng cần phải giảm đi bằng cách nhân với 0,8 đối với thép có độ cứng HRC 44 - 56 và nhân với 0,5 đối với thép có độ cứng HRC 57 - 62.

Bảng 5-12. *Lượng chạy dao S khi tiện trong thô trên máy tiện, máy rêvonve và máy liên hợp bằng dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng và dao tiện thép gió.*

Dao hoặc trục dao		Vật liệu gia công											
D,mm hoặc a × a	Lưỡi hoặc trục dao (mm)	Thép cacbon, thép hợp kim, thép chịu nhiệt						Gang và hợp kim đồng					
		Lượng chạy dao S, mm/ vòng khi chiều sâu cắt t, mm.											
		2	3	5	8	12	20	2	3	5	8	12	20
Máy tiện và máy tiện rêvonve.													
10	50	0,08	-	-				0,12-0,16	-				
12	60	0,1	0,08					0,12-0,2	0,12-0,18	-			
16	80	0,1-0,2	0,15	0,1				0,2-0,3	0,15-025	0,1-0,18			
20	100	0,5-0,3	0,15-0,25	0,12				0,3-0,4	0,25-0,35	0,12-0,25			
25	125	0,25-0,5	0,15-0,4	0,12-0,2				0,4-0,6	0,3-0,5	0,25-0,35			
30	150	0,4-0,7	0,2-0,5	0,12-0,3				0,5-0,8	0,4-0,6	0,25-0,45			
40	200		0,25-0,6	0,15-0,4					0,6-0,8	0,3-0,8			
40 × 40	150		0,6-0,1	0,5-0,7					0,7-1,2	0,5-0,9	0,4-0,5		
	300		0,4-0,7	0,3-0,6					0,6-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4		
60 × 60	150		0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8				1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-0,9		
	300		0,7-1,0	0,5-0,8	0,4-0,7				0,9-1,2	0,7-0,9	0,5-0,7		
75 × 75	300		0,9-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9				1,1-1,6	0,9-1,3	0,7-1,0		
	500		0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7					0,7-1,1	0,6-0,8		
	800			0,4-0,7						0,6-0,8			
Máy liên hợp													
	200		1,3-1,7	1,2-1,5	1,1-1,3	0,9-1,2	0,8-1,0		1,5-2,0	1,4-2,0	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2
	300		1,2-1,4	1,0-1,3	0,9-1,1	0,8-1,0	0,6-0,8	-	1,4-1,8	1,2-1,7	1,0-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9
	500		1,0-1,2	0,9-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7	0,5-0,6		1,2-1,6	1,1-1,5	0,8-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7
	700		0,8-1,0	0,7-0,8	0,5-0,6	-			1,0-1,4	0,9-1,2	0,7-0,9	-	-

1- Giới hạn trên của lượng chạy dao dùng khi chiều sâu cắt nhỏ để gia công vật liệu có độ bền nhỏ; giới hạn dưới dùng cho chiều sâu cắt lớn và vật liệu có độ bền cao.
2- Xem chú thích 2; 4 trong bảng 5-11.

Bảng 5-13. *Lượng chạy dao S, mm/vòng, cho phép theo độ bền của mảnh hợp kim khi tiện thép cacbon bằng dao có góc nghiêng chính $\varphi = 45^0$.*

Chiều dầy mảnh hợp kim, mm	Chiều sâu cắt, mm			
	4	7	13	22
4	1,3	1,1	0,9	0,8
6	2,6	2,2	1,8	1,5
8	4,2	3,6	3,6	2,5
10	6,1	5,1	4,2	3,6

1- Tuỳ theo cơ tính của thép, các giá trị lượng chạy dao S trong bảng cần đưa thêm vào hệ số điều chỉnh 1,2 khi $\sigma_B = 480 \div 640$ MPa; 1,0 khi $\sigma_B = 650 \div 870$ MPa và 0,85 khi $\sigma_B = 870 \div 1170$ MPa.
2- Khi gia công gang, giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng nhân với hệ số 1,6.
3- Giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng cần nhân với hệ số điều chỉnh 1,4 khi $\varphi = 30^0$; 1,0 khi $\varphi = 45^0$; 0,6 khi $\varphi = 60^0$ và 0,4 khi $\varphi = 90^0$.
4- Khi gia công cố va đập thì lượng chạy dao S giảm đi 20%.

Bảng 5-14. *Lượng chạy dao S, mm/vòng, khi tiện tinh.*

Độ nhám bề mặt, µm		Bán kính đỉnh dao r, mm					
Ra	Rz	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4
0,63		0,07	0,10	0,12	0,14	0,15	0,17
1,25	-	0,10	0,13	0,165	0,19	0,21	0,23
2,50		0,144	0,20	0,246	0,29	0,32	0,35
	20	0,25	0,33	0,42	0,49	0,55	0,60
-	40	0,35	0,51	0,63	0,72	0,80	0,87
	80	0,47	0,66	0,81	0,94	1,04	1,14

Lượng chạy dao S dùng để gia công thép có $\sigma_B = 700 \div 900$ MPa và gang; đối với thép có $\sigma_B = 500 \div 700$ MPa thì giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng nhân với hệ số $k_s = 0,45$; còn đối với thép có $\sigma_B = 900 \div 1100$ MPa thì giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng nhân với hệ số $k_s = 1,25$.

Bảng 5-15. *Lượng chạy dao S, mm/vòng, khi tiện rãnh và cắt đứt.*

Đường kính gia công mm	Chiều rộng rãnh mm	Vật liệu gia công	
		Thép cacbon, thép hợp kim và thép đúc	Gang; hợp kim đồng ,nhôm
	Máy tiện rêvonve		
Tới 20	3	0,06 - 0,08	0,11 - 0,14
> 20 - 40	3 - 4	0,10 - 0,12	0,16 - 0,19
> 40 - 60	4 - 5	0,13 - 0,16	0,20 - 0,24
> 60 - 100	5 - 8	0,16 - 0,23	0,24 - 0,32
> 100 - 150	6 - 10	0,18 - 0,26	0,3 - 0,4
> 150	10 - 15	0,28 - 0,36	0,4 - 0,55
	Máy liên hợp		
Tới 2500	10 - 15	0,35 - 0,45	0,55 - 0,60
> 2500	16 - 20	0,45 - 0,60	0,60 - 0,70

1- Khi cắt rãnh trên vật liệu đặc, đường kính lớn hơn 60mm, khi dao đi đến gần tâm chi tiết khoảng 0,5 mm bán kính thì giá trị lượng chạy dao S trong bảng cần giảm đi 40 — 50%.
2- Với thép cacbon đã tôi , thì giá trị lượng chạy dao S trong bảng cần giảm đi 30%.
Khi HRC ≤ 50 và 50% khi HRC > 50.
3- Khi dùng dao tiện lắp trên đầu rêvonve, thì giá trị lượng chạy dao S trong bảng được nhân với hệ số 0,8.

Bảng 5-16. *Lượng chạy dao S, mm/vòng, khi tiện định hình.*

Chiều rộng dao B, mm	Đường kính gia công, mm			
	20	25	40	60 và >
8	0,03 - 0,09	0,040 - 0,090	0,040 - 0,090	0,040 - 0,090
10	0,03 - 0,07	0,040 - 0,085	0,040 - 0,085	0,040 - 0,085
15	0,02 - 0,05	0,035 - 0,075	0,040 - 0,080	0,040 - 0,080
20	-	0,030 - 0,060	0,040 - 0,080	0,040 - 0,080
30	-	-	0,035 - 0,070	0,035 - 0,070
40	-	-	0,030 - 0,060	0,030 - 0,060
50 và >	-	-	-	0,025 - 0,055
Lượng chạy dao S nhỏ được dùng cho prôphin sâu và phức tạp cũng như cho kim loại cứng; lượng chạy dao S lớn dùng cho prôphin đơn giản và kim loại mềm.				

Bảng 5-17. *Hệ số C_V và các số mũ trong công thức tính tốc độ cắt khi gia công bằng dao tiện..*

Dạng gia công	Vật liệu phần lưỡi cắt	Lượng chạy dao S,mm/vòng	Hệ số và các số mũ			
			C_v	x	y	m
Gia công thép cacbon, σ_B = 750 MPa						
Tiện dọc ngoài	T15K6*	Tới 0,3 > 0,3 Tới 0,7 > 0,7	420 350 340	0,15	0,2 0,35 0,45	0,2
Tiện dọc ngoài, dao tiện có lưỡi cắt phụ	T15K6*	S ≤ t S >t	292	0,3 0,15	0,15 0,3	0,18
Cắt đứt	T15K6* P18**		47 23,7	-	0,8 0,66	0,20 0,25
Tiện định hình	P18**		22,7	-	0,5	0,3
Cắt ren kẹp chặt	T15K6*		244	0,23	0,3	0,20
	P6M5	Bước thô P ≤ 2mm P > 2mm	14,8 30	0,70 0,60	0,3 0,25	0,11 0,08
		Bước tinh	41,8	0,45	0,30	0,13
Đầu tiện ren "Gió tốc"	T15K6*	-	2330	0,50	0,50	0,50
Gia công gang xám HB 190						
Tiện dọc ngoài	BK6*	S ≤ 0,4 S > 0,4	292 243	0,15	0,2 0,4	0,2
Tiện dọc ngoài, dao tiện có lưỡi cắt phụ	BK6**	S ≥ t S < t	324 324	0,4 0,2	0,2 0,4	0,28 0,28
Cắt đứt	BK6*		68,5	-	0,4	0,2
Cắt ren kẹp chặt			83	0,45	-	0,33
Gia công gang rèn HB 150						
Tiện dọc ngoài	BK8*	S ≤ 0,4 S > 0,4	317 215	0,15 0,15	0,20 0,45	0,20 020
Cắt đứt	BK6*	-	86	-	0,4	0,20
Gia công hợp kim đồng không đồng nhất pha, độ cứng trung bình HB 100 — 140						
Tiện dọc ngoài	P18*	S ≤ 0,2 S > 0,2	270 182	0,12	0,25 0,30	0,23
Gia công silumin và hợp kim nhôm đúc có σ_B = 100 ÷ 200 MPa, HB ≤ 65; duara có σ_B = 100 ÷ 200 MPa, HB ≤ 100						
Tiện dọc ngoài	P18*	S ≤ 0,2 S > 0,2	485 328	0,12	0,25 0,50	0,28

(tiếp bảng 5-17).

* Không dung dịch trơn nguội. ** Có dung dịch trơn nguội. 1- Khi gia công mặt trong (tiện trong, tiện rãnh trong lỗ, tiện định hình trong lỗ) tốc độ cắt lấy bằng tốc độ cắt gia công mặt ngoài nhân với hệ số điều chỉnh 0,9. 2- Khi gia công thép cacbon, thép chịu nhiệt và thép đúc không dùng dung dịch trơn nguội bằng dao thép gió thì nhân với hệ số điều chỉnh 0,8. 3- Khi tiện cắt đứt và tiện rãnh có dung dịch trơn nguội bằng dao hợp kim cứng T15K6 trên các vật liệu là thép cacbon và thép đúc thì nhân với hệ số điều chỉnh 1,4 4- Khi tiện định hình prôphin phức tạp và sâu thì nhân với hệ số điều chỉnh 0,85. 5- Khi gia công bằng dao thép gió các loại thép đã qua gia công nhiệt, tốc độ cắt giảm đi bằng cách nhân với hệ số điều chỉnh 0,95 khi thường hoá; 0,9 khi ủ và 0,8 khi đã nhiệt luyện.

Bảng 5-18. *Các hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào các thông số của dao trong công thức tính tốc độ cắt.*

Góc nghiêng chính φ^0	Hệ số $k\varphi_V$	Góc nghiêng phụ φ^0_1	Hệ số $k\varphi_{1V}$	Bán kính đỉnh dao r*, mm	Hệ số k_r
20	1,4	10	1,0	1	0,94
30	1,2	15	0,97	2	1,0
45	1,0	20	0,94	3	1,01
60	0,9	30	0,91	-	-
75	0,8	45	0,87	5	1,13
90	0,7	-	-	-	-
*Chỉ tính cho dao bằng thép gió.					

Bảng 5-19. *Chế độ cắt khi tiện tinh mỏng và tiện trong.*

Vật liệu gia công	Vật liệu lưỡi cắt	Độ nhám đạt được Ra, μm	S, mm/vòng	V, m/ph
Thép σ_B < 650MPa σ_B = 650 ÷ 800MPa σ_B > 800MPa	T30K4	0,125 - 0,63	0,06 - 0,12	250 - 300 150 - 200 120 - 170
Gang HB 149 - 163 HB 156 - 229 HB 170 - 241	BK3	2,5 - 1,25		150 - 200 120 - 150 100 - 120
Hợp kim nhôm và bacbit		1,25 - 0,32	0,04 - 0,1	300 - 600
Đồng và đồng thau			0,04 - 0,08	180 - 500
1- Chiều sâu cắt t = 0,1 - 0,15mm. 2- Bước cắt trước có chiều sâu cắt t = 0,4mm để làm tốt hình dạng hình học của bề mặt gia công. 3- Độ nhám bề mặt nhỏ phụ thuộc theo lượng chạy dao nhỏ				

Tốc độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong gang, thép đã qua tôi hay hợp kim cứng bằng dao tiện gắn mảnh cômpôdit trên cơ sở nitrit bo được giới thiệu ở bảng 5-21.

d) Lực cắt P.

Lực cắt có đơn vị tính là N, được chia thành ba thành phần theo tọa độ của máy; lực cắt theo hướng tiếp tuyến Pz; lực cắt theo hướng kính Py và lực cắt theo hướng trục Px.

Khi tiện dọc ngoài, tiện ngang, tiện trong, tiện cắt đứt, tiện rãnh, tiện định hình thì các lực cắt thành phần được tính theo công thức sau:

$$P_{z,y,x} = 10.\ C_p.\ t^x.\ S^y.V^n.k_p$$

Khi tiện rãnh, tiện cắt đứt, tiện định hình thì t là chiều rộng của lưỡi cắt.

Hệ số C_p và các số mũ x, y, n ứng với từng điều kiện gia công cụ thể và cho từng loại lực cắt thành phần được giới thiệu ở bảng 5-22.

Hệ số điều chỉnh k_p là tích số của một loạt các hệ số ($k_p = K_{MP}.k_{\varphi}.k_{\gamma P}.\ k_{\gamma P}.k_{\lambda P}.k_{rp}$), phụ thuộc vào các điều kiện cắt cụ thể. Giá trị của các hệ số này được giới thiệu ở các bảng 5-9; và 5-10 và 5- 22.

e) Công suất cắt N, kW.

Công suất cắt được tính theo công thức sau:

$$N = PzV / 1020.60$$

Khi đồng thời làm việc bằng một số dụng cụ cắt thì công suất được xác định bằng tổng các công suất của các dụng cụ riêng biệt.

Chế độ cắt khi tiện thép đã tôi bằng dao hợp kim cứng cho trong bảng 5-20.

Bảng 5- 20. ***Chế độ cắt khi tiện thép đã qua tôi bằng dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng.***

S, mm/vòng	t, mm	Độ cứng của vật liệu gia công, HRC									
		35	39	43	46	49	51	53	56	59	62
		Tốc độ cắtV, m/ph									
Tiện dọc ngoài											
0,2	-	157	135	116	107	83	76	66	48	32	26
0,3		140	118	100	92	70	66	54	39	25	20
0,4		125	104	88	78	60	66	45	33	-	-
0,5		116	95	79	71	53	-	-	-		
0,6		108	88	73	64	48					
Tiện rãnh											
0,05	3	131	110	95	83	70	61	54	46	38	29
0,08	4	89	75	65	56	47	41	37	31	25	19
0,12	6	65	55	47	41	35	30	27	23	18	14
0,16	8	51	43	37	32	27	23	-	-	-	-
0,20	12	43	36	31	27	23	20				

1- Tuỳ theo chiều sâu cắt t mà giá trị tốc độ cắt V cho trong bảng cần phải nhân với hệ số điều chỉnh: 1,15 khi t = 0,4÷0,9mm; 1 khi t = 1÷2mm và 0,91 khi t = 2÷3mm.

2- Tùy theo các thông số về độ nhám bề mặt mà giá trị tốc độ cắt V trong bảng cần phải nhân với hệ số điều chỉnh: 1,0 khi Ra = 10μm; 0,9 khi Ra = 2,5μm và 0,7 khi Ra = 1,25μm.

3- Tùy theo mác hợp kim cứng, giá trị tốc độ cắt V trong bảng cần phải nhân với hệ số điều chỉnh k_{uv} dưới đây:

Độ cứng của vật liệu gia công	HRC 35 – 49				HRC 50 – 62		
Mác của hợp kim cứng	T30K4	T15K6	BK6	BK8	BK4	BK6	BK8
Hệ số k_{uv}	1,25	1,0	0,85	0,83	1,0	0,92	0,74

4- Phụ thuộc góc nghiêng chính của dao mà giá trị tốc độ cắt V trong bảng cần phải nhân với hệ số điều chỉnh: 1,0 khi φ = 45°; 0,9 khi φ = 60°; 0,8 khi φ = 75° và 0,7 khi φ = 90°.

5- Khi gia công không có dung dịch trơn nguội thì tốc độ cắt V trong bảng được nhân với hệ số 0,9.

Bảng 5.21. *Chế độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong bằng dao tiện gắn mảnh compôdit trên nền nitrit bo.*

Vật liệu gia công	Đặc điểm gia công	Mác vật liệu compôdit	t, mm	S, mm/vòng	V, m/phút
Thép đã tôi HRC 40-58	Không có va đập	0,1 ; 0,5	0,05-3,00	0,03-0,2	50-160
	Có va đập	10 ; 10 Д	0,05-1,0	0,03-0,1	40-120
Thép đã tôi HRC 58-68	Không có va đập	0,1	0,05-0,8	0,03-0,1	50-120
	Có va đập	10 ; 10 Д	0,05-0,2	0,03-0,07	10-100
Gang xám, gang có độ bền cao HB 150-300	Không có va đập	0,5 ; 0,1	0,05-3,00	0,05-0,3	300-1000
	Có va đập	10 ; 10 Д 0,5 ; 0,1	0,05-3,00	0,05-0,15	300-700
Gang hóa trắng HB 400-600	Không có va đập	0,5 ; 0,1	0,05-2,0	0,05-0,15	80-200
	Có va đập	10 ; 10 Д	0,05-0,1	0,03-0,1	50-100
Hợp kim cứng BK15; BK20; BK25	Không có va đập; được dao động	10 ; 10 Д; 0,1	0,05-0,1	0,03-0,1	5-20

Bảng 5.22. *Các hệ số điều chỉnh $k_{\varphi p}$; $k_{\lambda p}$; k_{rp} phụ thuộc vào các thông số hình học của lưỡi cắt và lực cắt thành phần khi gia công thép và gang.*

Các thông số		Vật liệu phần lưỡi cắt	Hệ số điều chỉnh			
Tên	Đơn vị (^{0})		Ký hiệu	Hệ số dùng cho các lực		
				Pz	Py	Px
Góc nghiêng chính φ^0	30	Hợp kim cứng	$k_{\varphi p}$	1,08	1,30	0,78
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,94	0,77	1,11
	90			0,89	0,50	1,17
	30	Thép gió		1,08	1,63	0,70
	45			1,0	1,0	1,0
	60			0,98	0,71	1,27
	90			1,08	0,44	1,82
Góc trước γ^0	-15	Hợp kim cứng	$k_{\gamma p}$	1,25	2,0	2,0
	0			1,1	1,4	1,4
	10			1,0	1,0	1,0
	12-15	Thép gió		1,15	1,6	1,7
	20-25			1,0	1,0	1,0
Góc cắt chính λ^0	-5	Hợp kim cứng	$k_{\lambda p}$	1,0	0,75	1,07
	0				1,0	1,0
	5				1,25	0,85
	15				1,7	0,65
Bán kính đỉnh dao r, mm	0,5	Thép gió	k_{rp}	0,87	0,66	1,0
	1,0			0,93	0,82	
	2,0			1,0	1,0	
	3,0			1,04	1,14	
	4,0			1,10	1,33	

Bảng 5-23. *Hệ số C_P và các số mũ trong công thức tính lực cắt khi tiện.*

Vật liệu gia công	Vật liệu phần lưỡi cắt	Dạng gia công	Hệ số C_P và các số mũ trong công thức tính lực cắt thành phần.											
			P_Z				P_Y				P_X			
			C_P	x	y	n	C_P	x	y	n	C_P	x	y	n
Thép cacbon và thép đúc có σ_B =750MPa	Hợp kim cứng	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	300	1,0	0,75	-0,15	243	0,9	0,6	-0,3	339	1,0	0,5	-0,4
		Tiện dọc ngoài bằng dao có lưỡi cắt phụ	384	0,90	0,90		355	0,6	0,8		241	1,05	0,2	
		Cắt đứt và tiện rãnh	408	0,72	0,8	0	175	0,73	0,67	0	-	-	-	-
		Cắt ren	148	-	1,7	0,71	-	-	-	-	-	-	-	-
	Thép gió	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	200	1,0	0,75	0	125	0,9	0,75	0	67	1,2	0,65	0
		Cắt đứt và tiện rãnh	247		1,0									
		Tiện định hình	212		0,75			-	-	-	-	-	-	-
Thép chịu nhiệt	Hợp kim cứng	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	204											
Gang xám HB 190	Hợp kim cứng	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	92		0,75		54	0,9	0,75	0	46	1,0	0,4	0
		Tiện dọc ngoài bằng dao có lưỡi cắt phụ	123		0,85		61	0,6	0,5		24	1,05	0,2	
		Cắt ren	103		1,8	0,82	-	-	-	-	-	-	-	-
		Cắt đứt và tiện rãnh	158		1,0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Gang rèn HB 150	Hợp kim cứng	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	81		0,75		43	0,9	0,75	0	38	1,0	0,4	0
			100				88				40	1,2	0,65	
		Cắt đứt và tiện rãnh	139		1,0									
Hợp kim đồng HB120	Thép gió	Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	55	1,0	0,66		-	-	-	-	-	-	-	-
		Cắt đứt và tiện rãnh	75		1,0									
Hợp kim nhôm		Tiện dọc ngoài, tiện ngang và tiện trong	40		0,75									
		Cắt đứt và tiện rãnh	50		1,0	-								

3. Bào, xọc.

a) Chiều sâu cắt t, mm.

Trong tất cả các dạng bào, xoc, chiều sâu cắt t giống như chiều sâu cắt khi tiện.

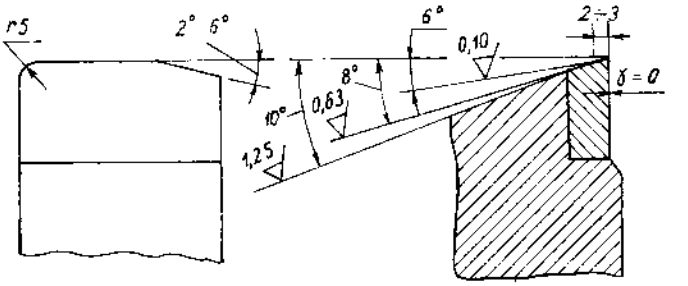
b) Lượng chạy dao S, mm/h. t. kép.

Khi bào thô lượng chạy dao S được chọn và lấy giá trị lớn nhất trong bảng 5-11; 5-12 và 5-13 theo chiều sâu cắt, theo tiết diện thân dao và độ bền của mảnh hợp kim; khi bào tinh thì lấy tho bảng 5-14; khi bào rãnh và cắt đứt theo bảng 5-15.

c) Tốc độ cắt V, m/ph.

Khi bào phẳng, bào rãnh, cắt đứt tốc độ cắt V được tính theo công thức giống như khi tiện có thêm hệ số điều chỉnh k_{yv} phụ thuộc vào tải trọng va đập. Giá trị của hệ số điều chỉnh k_{yv} theo loại máy được giới thiệu dưới đây:

Kiểu máy	k_{yv}
Bào giường	1,0
Bào ngang	0,8
Xọc	0,6



Hình 5-1. *Dao bào để gia công tinh mặt phẳng.*

Bảng 5-24. *Chế độ cắt khi bào phẳng chi tiết gang bằng dao rộng bản gắn mảnh BK8 trên máy bào giường.*

Đặc điểm gia công	Diện tích bề mặt gia công, m^2	Số bước gia công	t, mm	S, mm/h. t. kép	V, m/ph
Bán tinh $R_z = 40 \div 10\mu m$	-	1	Đến 2	10 — 20	14 — 18
Tinh $R_a = 2,5 \div 1,25\mu m$ Bước trước tinh			0,15 - 0,3	10-20	5-15
Bước tinh cuối cùng	6 8 12 17 22	1 — 2	0,05-0,1	12 — 16	15 11 7 55 4
1- Phần đường thẳng của lưỡi cắt được kiểm tra theo thước thẳng. 2- Bề mặt gia công được bôi trơn bằng dầu hoả.					

d) Lực cắt P, N.

Các lực cắt thành phần được tính theo công thức giống như khi tính cho tiện.

Chế độ cắt để bào mặt phẳng bằng dao rộng bản (hình 5-1) được giới thiệu ở bảng 5-24.

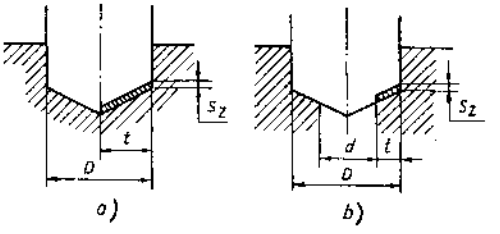
e) Công suất cắt N, kW.

Công suất cắt khi bào được tính giống như khi tiện với cùng một chế độ cắt.

4. Khoan, khoan rộng, khoét và doa.

a) Chiều sâu cắt t, mm.

Khi khoan chiều sâu cắt t = 0,5D (hình 5-2a); khi khoan rộng, khoét và doa t = 0,5(D-d) (hình 5-2b).



Hình 5-2. *Sơ đồ cắt khi khoan.*
a) Khoan với t=0,5D
b) Khoan rộng; khoét và doa với t= 0,5(D-d)

b) Lượng chạy dao S, mm/vòng.

Khi khoan lỗ thông thường ta chọn lượng chạy dao lớn nhất cho phép theo độ bền của mũi khoan (xem bảng 5-25). Khi khoan rộng lỗ, lượng chạy dao có thể tăng lên gấp đôi so với khi khoan. Còn khi có các yếu tố hạn chế, cản trở thì lượng chạy dao khi khoan và khoan rộng lỗ lấy bằng nhau. Chúng được xác định bằng cách nhân các trị số cho trong bảng 5-25 với hệ số điều chỉnh phù hợp được chỉ ra ở phần chú thích của bảng.

Lượng chạy dao khi khoét được chỉ ra ở bảng 5-26, còn khi doa ở bảng 5-27.

c) Tốc độ cắt V, m/ph.

Tốc độ cắt khi khoan: $$V = \frac{C_v D^q}{T^m S^y} k_v$$

Tốc độ cắt khi khoan rộng, khoét và doa:

$$V = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S^y} k_v$$

Hệ số C_v và các số mũ dùng cho khoan cho ở bảng 5-28, dùng cho khoan rộng, khoét và doa ở bảng 5-29, cho chu kỳ bền T ở bảng 5-30.

Hệ số điều chỉnh chung cho tốc độ cắt tính đến các điều kiện cắt thực tế:

$$k_v = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{lv}$$

Trong đó:

k_{MV} - hệ số phụ thuộc vào vật liệu gia công (bảng 5-1÷5-4)

k_{uv} - hệ số phụ thuộc vào vật liệu dụng cụ cắt (bảng 5-6)

k_{lv} - hệ số phụ thuộc vào chiều sâu khoan (bảng 5-31)

Khi khoan rộng, khoét các lỗ đúc hoặc dập, cần phải đưa vào các hệ số điều chỉnh bổ sung k_{nv} (bảng 5-5).

d)Mômen xoắn M_x, N.m và lực chiều trục P_o, N.

Mômen xoắn M_x và lực chiều trục P_o được tính theo công thức :

Khi khoan: $M_x = 10.\ C_M.\ D^q.\ S^y.\ k_P$; $P_o = 10.\ C_P.\ D^q.\ S^y.\ k_P$

Khi khoan rộng và khoét:

$$M_x = 10.\ C_M.\ D^q.\ t^x.\ S^y.\ k_P\ ;\ P_o = 10.C_P.\ t^x.\ D^q.S^y.\ k_P$$

Trị số C_M , C_P và các số mũ cho trong bảng 5-32.

Hệ số tính đến các yếu tố gia công thực tế, trong trường hợp này chỉ phụ thuộc vào vật liệu gia công và được xác định bằng: $k_P = k_{MP}$

Trị số k_{MP} dùng cho thép và gang cho trong bảng 5-9, còn dùng cho hợp kim đồng và nhôm thì ở bảng 5-10.

Để xác định mômen xoắn Mx khi doa, mỗi một răng của dụng cụ có thể tính như một con dao tiện trong. Khi đó mômen xoắn M_x của đường kính dụng cụ D tính bằng N.m theo công thức:

$$M_x = \frac{C_P.t^x.S_Z^y.D.Z}{2.100} \qquad \text{(N.m)}$$

Ở đây: S_Z - lượng chạy dao răng (mm/răng) và tính bằng S/Z là lượng chạy dao vòng chia cho số răng doa.

Các hệ số và số mũ xem bảng 5-23.

e) Công suất cắt Ne, kW.

Công suất cắt được xác định theo công thức:

$$Ne = \frac{M_X.n}{9750} \qquad \text{(kW)}$$

Ở đây số vòng quay của dụng cụ hoặc phôi tính bằng vòng/phút là:

$$n = \frac{1000.V}{\pi.D} \qquad \text{(vòng/phút)}$$

Bảng 5-25. *Lượng chạy dao S, mm/vòng khi khoan thép, gang, hợp kim đồng, nhôm bằng mũi khoan thép gió.*

D,mm	Thép				Gang xám, gang rèn và hợp kim đồng, nhôm	
	HB < 160	HB160-240	HB240-300	HB > 300	HB ≤ 170	HB > 170
2 — 4	0,09-0,13	0,08-0,10	0,06-0,07	0,06-0,06	0,12-0,18	0,09-0,12
4 — 6	0,13-0,19	0,10-0,15	0,07-0,11	0,06-0,09	0,18-0,27	0,12-0,18
6 — 8	0,19-0,26	0,15-0,20	0,11-0,14	0,09-0,12	0,27-0,36	0,18-0,24
8 — 10	0,26-0,32	0,20-0,25	0,14-0,17	0,12-0,15	0,36-0,45	0,24-0,31
10 — 12	0,32-0,36	0,25-0,28	0,17-0,20	0,15-0,17	0,45-0,55	0,31-0,35
12 — 16	0,36-0,43	0,28-0,33	0,20-0,23	0,17-0,20	0,55-0,66	0,35-0,41
16 — 20	0,43-0,49	0,33-0,38	0,23-0,27	0,20-0,23	0,66-0,76	0,41-0,47
20 — 25	0,49-0,58	0,38-0,43	0,27-0,32	0,23-0,26	0,76-0,89	0,47-0,54
25 — 30	0,58-0,62	0,43-0,48	0,32-0,35	0,26-0,29	0,89-0,96	0,54-0,60
30 — 40	0,62-0,78	0,48-0,58	0,35-0,42	0,29-0,35	0,96-1,19	0,60-0,71
40 — 50	0,78-0,89	0,58-0,66	0,42-0,48	0,35-0,40	1,19-1,36	0,71-,81

Khi chiều sâu khoan $l \geq 3D$, cấp chính xác > cấp 12 và hệ thống công nghệ không cứng vững cần nhân S với các hệ số sau:

1- Cho chiều sâu lỗ: $l \leq 5D$ thì $k_{ls} = 0,9$; $l \leq 7D$ thì $k_{ls} = 0,8$; $l \leq 10D$ thì $k_{ls} = 0,75$.

2- Để đạt được chất lượng lỗ cao hơn nhờ nguyên công doa tiếp theo hoặc cắt ren thì $k_{ls} = 0,5$.

3- Độ cứng vững trung bình: $k_{cs} = 0,75$; độ cứng vững thấp $k_{cs} = 0,5$.

4-Đối với mũi khoan có phần mũi cắt bằng hợp kim cứng thì $k_{us} = 0,6$.

Bảng 5-26. *Lượng chạy dao S, mm/vòng khi gia công lỗ bằng dao khoét thép gió và hợp kim cứng.*

Vật liệu gia công	Đường kính mũi khoét D, mm								
Thép	≤ 15	>15 - 20	>20 - 25	>25 - 30	>30 - 35	>35 - 40	>40 - 50	>50 - 60	>60 - 80
Thép	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 0,9	0,8 - 1,0	0,9 - 1,1	0,9 - 1,2	1,0 - 1,3	1,1 - 1,3	1,2 - 1,5
Gang HB≤200 và hợp kim đồng	0,7 - 0,9	0,9 -1,1	1,0 - 1,2	1,1 - 1,3	1,2 - 1,5	1,4 - 1,7	1,6 - 2,0	1,8 - 2,2	2,0 - 2,4
Gang, HB >200	0,5 -. 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 0,9	0,9 - 1,1	1,0 - 1,2	1,2 - 1,4	1,3 - 1,5	1,4 - 1,5

1-Giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng dùng để gia công lỗ có dung sai không vượt quá cấp chính xác 12. Muốn đạt được độ chính xác cao hơn (cấp 9 ÷ cấp 11), cũng như khi gia công lỗ để chuẩn bị cho nguyên công doa tiếp theo hoặc để cắt ren bằng taro, cần phải đưa vào hệ số điều chỉnh $k_{os} = 0,7$.

2- Khi khoét các lỗ sâu, lượng chạy dao S không được vượt quá 0,3 ÷ 0,6 mm/vòng.

Bảng 5-27. *Lượng chạy dao S, mm/vòng khi doa lỗ thô bằng mũi doa thép gió .*

Vật liệu gia công	Đường kính mũi doa D, mm									
	Tới 10	>10-15	>15-20	>20-25	>25-30	>30-35	>35-40	>40-50	>50-60	>60-80
Thép	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,7	2,0
Gang HB≤200 và hợp kim đồng	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,2	3,4	3,8	4,3	5,0
Gang, HB >200	1,7	1,9	2,0	2,2	2,4	2,6	2,7	3,1	3,4	3,8

1- Lượng chạy dao cần giảm đi khi:

a) Doa tinh trong một bước đạt độ chính xác cấp 9 ÷ cấp 10, độ nhám bề mặt $R_a = 3,2 \div 6,3$ µm khi doa trước khi đánh bóng hoặc "khôn" lỗ, bằng cách nhân với hệ số điều chỉnh $k_{os} = 0,8$.

b) Doa tinh sau doa thô đạt độ chính xác cấp 7, độ nhám bề mặt $R_a = 0,4 \div 0,8$ µm, bằng cách nhân với hệ số điều chỉnh $k_{os} = 0,8$.

c) Khi phần lưỡi cắt của doa là hợp kim cứng thì nhân với hệ số điều chỉnh $k_{us} = 0,7$.

2- Khi doa lỗ sâu, lượng chạy dao S không được vượt quá 0,2 ÷ 0,5 mm/vòng.

Bảng 5-28. *Hệ số C_V và các số mũ trong công thức tính tốc độ cắt khi khoan.*

Vật liệu gia công	Vật liệu lưỡi cắt	S, mm/vòng	Hệ số và các số mũ				Trơn nguội
			C_V	q	y	m	
Thép cacbon σ_B=750MPa	P6M5	≤ 0,2 > 0,2	7,0 9,8	0,40	0,70 0,50	0,20	Có
Thép chịu nhiệt HB 141		-	3,5	0,50	0,45	0,12	
gang xám HB 190		≤ 0,3 > 0,3	14,7 17,1	0,25	0,55 0,40	0,125	Không
	BK8	-	34,2	0,45	0,30	0,20	
Gang rèn HB 150	P6M5	≤ 0,3 > 0,3	21,8 25,3	0,25	0,55 0,40	0,125	Có
	BK8	-	40,4	0,45	0,30	0,20	Không
Hợp kim đồng có độ cứng trung bình (HB100-140)	P6M5	≤ 0,3 > 0,3	28,1 32,6	0,25	0,55 0,40	0,125	Có
Silumin và hợp kim nhôm đúc σ_B=100÷200MPa HB≤65; duara HB ≤100		≤ 0,3 > 0,3	36,3 40,7	0,25	0,55 0,40	0,125	
Với các mũi khoan bằng thép gió, các số liệu cho trong bảng được dùng khi mài hai lưỡi cắt và lưỡi cắt ngang của mũi khoan. Khi chỉ mài một lưỡi cắt thì số liệu cho trong bảng được nhân với hệ số điều chỉnh k_{1V} = 0,75.							

Bảng 5-29. *Hệ số C_V và các số mũ trong công thức tính tốc độ cắt khi khoan rộng, khoét và doa lỗ.*

Vật liệu gia công	Dạng gia công	Vật liệu lưỡi cắt	Hệ số và các số mũ					Trơn nguội
			C_V	q	x	y	m	
Thép cacbon σ_B=750MP$_a$	Khoan rộng	P6M5 BK8	16,2 10,8	0,4 0,6	0,2	0,5 0,3	0,20 0,25	Có
	Khoét	P6M5 T15K6	16,3 18,0	0,3 0,6		0,5 0,3	0,30 0,25	
	Doa	P6M5 T15K6	10,5 100,6	0,3 0,3	0,2 0	0,65 0,65	0,4	
Thép cacbon đã qua tôi; σ_B=1600÷1800MP$_a$; HRC49÷54	Khoét	T15K6	10,0	0,6	0,3	0,6	0,45	
	Doa		14,0	0,4	0,75	1,05	0,85	
Gang xám HB 190	Khoan rộng	P6M5 BK8	23,4 56,9	0,25 0,5	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Không
	Khoét	P6M5 BK8	18,8 105,0	0,2 0,4	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	
	Doa	P6M5 BK8	15,6 109,0	0,2 0,2	0,1 0	0,5 0,5	0,3 0,45	
Gang rèn HB150	Khoan rộng	P6M5 BK8	34,7 77,4	0,25 0,5	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Có
	Khoét	P6M5 BK8	27,9 143,0	0,2 0,4	0,1 0,15	0,4 0,45	0,125 0,4	Có
	Doa	P6M5 BK8	23,2 148,0	0,2 0,2	0,1 0	0,5 0,5	0,3 0,45	Có Không

Bảng 5-30. *Chu kỳ bền trung bình (T, ph) của mũi khoan, khoét, doa.*

Dụng cụ; nguyên công	Vật liệu gia công	Vật liệu lưỡi cắt	T, ph theo đường kính D của dụng cụ, mm							
			Tới 5	6-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-80
Mũi khoan (khoan và khoan rộng)	Thép cacbon; thép hợp kim	Thép gió	15	25	45	50	70	90	110	-
		Hợp kim cứng	8	15	20	25	35	45	-	-
	Thép chống gỉ	Thép gió	6	8	15	25	-	-	-	-
Mũi khoan (khoan; khoan rộng)	Gang xám và gang rèn, hợp kim đồng, nhôm	Thép gió	20	35	60	75	105	140	170	-
		Hợp kim cứng	15	25	45	50	70	90	-	
Mũi khoét (khoét)	Thép cacbon và thép hợp kim; gang xám ; gang rèn	Thép gió và Hợp kim cứng	-	-	30	40	50	60	80	100
Mũi doa (doa)	Thép cacbon; thép hợp kim	Thép gió	-	25	40	80	80	120	120	120
		Hợp kim cứng	-	20	30	50	70	90	110	140
	Gang xám và gang rèn	Thép gió	-	-	60	120	120	180	180	180
		Hợp kim cứng	-	-	45	75	105	135	165	210

Bảng 5-31. *Hệ số k_{lv} trong công thức tính tốc độ cắt khi khoan phụ thuộc vào chiều sâu lỗ gia công.*

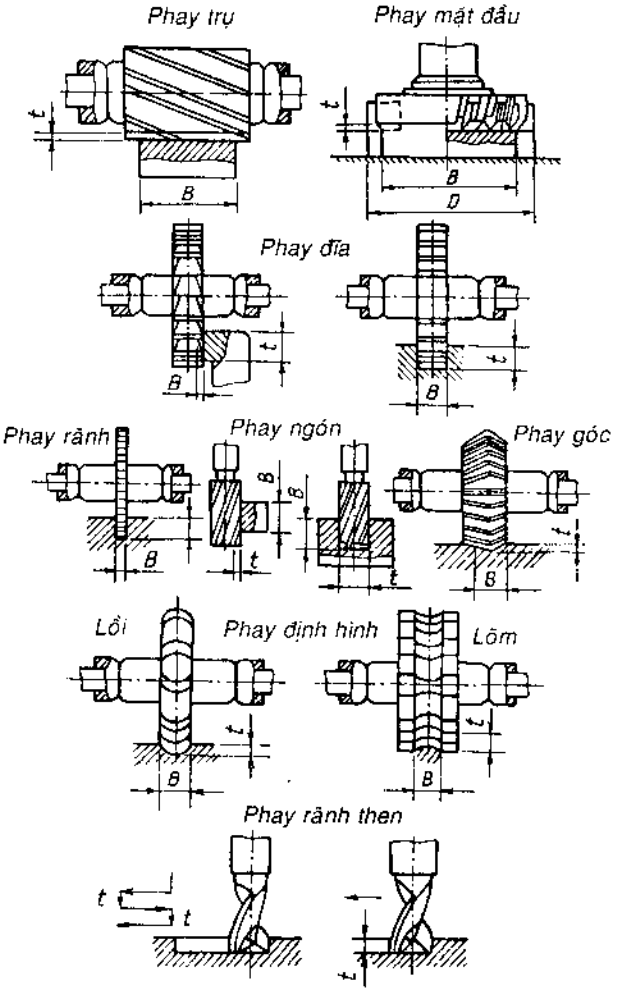
Thông số	Khoan					Khoan rộng; khoét; doa
Chiều sâu lỗ gia công	3D	4D	5D	6D	8D	-
Hệ Số K_{LV}	1,0	0,85	0,75	0,7	0,6	1,0

Bảng 5-32. *Hệ số và các số mũ trong công thức tínhmômen xoắn Mx và lực chiều trục P khi khoan, khoan rộng và khoét.*

Vật liệu gia công	Tên nguyên công	Vật liệu lưỡi cắt	Hệ số và các số mũ trong công thức							
			Mômen xoắn M_x				Lực hướng trục P			
			C_M	q	x	y	C_P	q	x	y
Thép cacbon σ_B=750MPa	Khoan	Thép gió	0,0345	2,0	-	0,8	68	1,0	-	0,7
	Khoan rộng và khoét		0,09	1,0	0,9	0,8	67	-	1,2	0,65
Thép chịu nhiệt HB 141	Khoan		0,041	2,0	-	0,7	143	1,0	-	0,7
	Khoan rộng và khoét		0,106	1,0	0,9	0,8	140	-	1,2	0,65
Gang xám HB 190	Khoan	Hợp kim cứng	0,012	2,2	-	0,8	42	1,2	-	0,75
	Khoan rộng và khoét		0,196	0,85	0,8	0,7	46	-	1,0	0,4
	Khoan	Thép gió	0,021	2,0	-	0,8	42,7	1,0	-	0,8
	Khoan rộng và khoét		0,085	-	0,75	0,8	23,5	-	1,2	0,4
Gang rèn HB 150	Khoan		0,021	2,0	-	0,8	43,3	1,0	-	0,8
	Khoan rộng và khoét	Hợp kim cứng	0,01	2,2	-	0,8	32,8	1,2	-	0,75
			0,17	0,85	0,8	0,7	38	-	1,0	0,4
Hợp kim đồng có độ cứng trung bình HB 120	Khoan	Thép gió	0,012	2,0	-	0,8	31,5	1,0	-	0,8
	Khoan rộng và khoét		0,031	0,85	-	0,8	17,2	-	1,0	0,4
Silumin và đuara	Khoan		0,005	2,0	-	0,8	9,8	1,0	-	0,7
Lực hướng trục tính theo công thức dùng cho mũi khoan có lưỡi cắt ngang, nếu không có lưỡi cắt ngang thì lực hướng trục tăng lên 1,33 lần.										

5. Phay.

Hình dạng bề mặt gia công và loại máy phay sẽ xác định loại dao phay được dùng (hình 5-3).



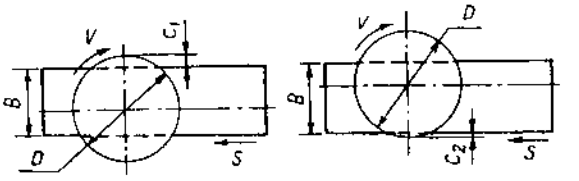
Hình 5-3. *Các dạng phay.*

Kích thước của dao được xác định bằng kích thước bề mặt gia công và chiều sâu lớp kim loại cần cắt bỏ.

Để rút ngắn thời gian gia công chính và tiêu hao vật liệu để chế tạo dụng cụ, đường kính dao phay được chọn theo giá trị nhỏ nhất có thể phụ thuộc vào độ cứng vững của hệ thống công nghệ, sơ đồ cắt và hình dạng, kích thước của phôi.

Khi phay bằng dao phay mặt đầu, để đạt được năng suất, đường kính dao phay D cần phải lớn hơn chiều rộng phay B tức là D=(1,25÷1,5) B. Còn khi gia công phôi thép thì nhất thiết phải bố trí dao không đối xứng so với chi tiết gia công: đối với chi tiết gia công bằng thép cacbon và thép hợp kim

thì dịch ngang chi tiết gia công theo hướng cắt của răng dao phay (hình 5-4a), để bảo đảm bắt đầu cắt khi chiều dầy lớp cắt nhỏ, còn đối với thép chịu nhiệt và thép chống gỉ thì lại dịch ngang chi tiết gia công theo hướng đi ra của răng dao khi cắt (hình 5-4b), để bảo đảm răng dao ra khỏi vùng cắt có chiều dầy lớp cắt nhỏ nhất. Nếu không thực hiện điều chỉ ra trên đây sẽ dẫn tới giảm chu kỳ bền T của dao phay một cách đáng kể.



a) $C_1 = (0,03 \div 0,05)D$ b) $C_2 \approx 0$

Hình 5-4. *Vị trí của phôi thép so với dao phay khi phay mặt đầu.*
a) Khi phay thép cacbon và thép hợp kim.
b) Khi phay thép chịu nhiệt và thép không gỉ.

a) Chiều sâu phay t, mm và chiều rộng phay B, mm.

Chiều sâu phay t và chiều rộng phay B là những định nghĩa gắn liền với lớp kim loại của phôi cần được hớt bỏ đi khi phay (hình 5-3). Trong tất cả các dạng phay trừ phay mặt đầu, t được xác định bằng khoảng cách tiếp xúc của răng dao vào phôi và được đo theo hướng vuông góc với đường tâm dao phay.

Chiều rộng phay B được xác định bằng chiều dài cắt của răng dao khi cắt, đo theo hướng song song với trục dao.

Khi phay mặt đầu thì những định nghĩa này được thay đổi bởi vị trí như hình 5-4.

b) Lượng chạy dao S.

Khi phay cần phân biệt lượng chạy dao răng S_Z, lượng chạy dao vòng S và lượn chạy dao phút S_{Ph}, chúng có quan hệ:

$$S_{Ph} = S.\,n = S_Z.\,Z.\,n$$

Trong đó: n — số vòng quay của dao phay, vòng/phút.

Z — số răng của dao phay.

Lượng chạy dao đầu tiên khi phay thô là đại lượng cho dưới dạng S_Z, khi phay tinh cho dưới dạng S, để từ đó có thể tính ra $S_Z = S/Z$.

Lượng chạy dao được giới thiệu cho các loại phay và các điều kiện phay khác nhau cho ở các bảng 5-33 ÷ 5-38.

c) Tốc độ cắt V, m/ph.

Tốc độ cắt V được tính theo công thức

$$V = \frac{C_v.D^q}{T^m.t^x.S_Z^y.B^u.Z^P}.k_v$$

C_V; m; x; y; u; q và p — hệ số và các số mũ cho ở bảng 5-39.

T - chu kỳ bền của dao cho ở bảng 5-40.

Hệ số điều chỉnh chung cho tốc độ cắt phụ thuộc vào các điều kiện cắt cụ thể:

$$k_v = k_{MV}.\ k_{nv}\ .\ k_{uv}$$

Trong đó:

k_{MV} - hệ số phụ thuộc vào chất lượng của vật liệu gia công cho trong bảng 5-1÷5-4.

k_{nv} - hệ số phụ thuộc vào trạng thái bề mặt của phôi (bảng 5-5).

k_{uv} - hệ số phụ thuộc vào vật liệu của dụng cụ cắt (bảng 5-6).

d) Lực cắt P_Z, N.

Lực cắt được tính theo công thức:

$$P_Z = \frac{10.C_P t^x.S_Z^y.B^n.Z}{D^q.n^w}.k_{MV}$$

Trong đó: Z - số răng dao phay;

n - số vòng quay của dao, vòng/phút.

C_P và các số mũ - cho trong bảng 5-41.

k_{MP} - hệ số điều chỉnh cho chất lượng của vật liệu gia công đối với thép và gang cho trong bảng 5-9; còn đối với hợp kim đồng, nhôm cho ở bảng 5-10.

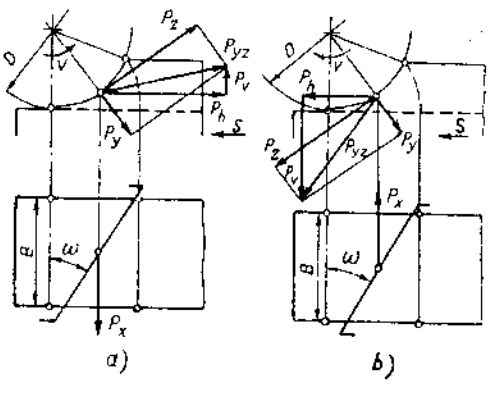
Giá trị các lực cắt thành phần khác (hình 5-5 và hình 5-6):lực ngang (lực chạy dao) P_h; lực thẳng đứngP_V; lực hướng kính P_Y; lực hướng trục P_X được xác định từ quan hệ lực cắt chính P_Z theo bảng 5-42: $P_{yz} = \sqrt{P_y^2 + P_z^2}$

Lực thành phần P_{yz} để tính trục dao theo uốn:

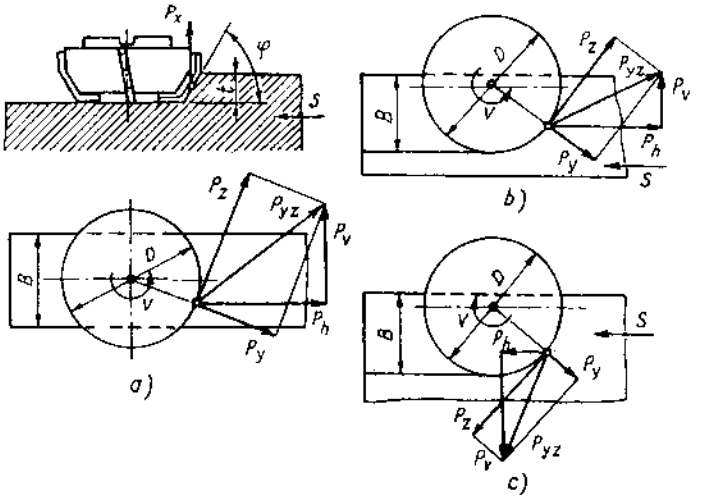
e) Mômen xoắn M_x, N.m trên trục chính của máy: $M_x = \dfrac{P_Z.D}{2.100}$

Ở đây: D - đường kính dao phay, mm.

g) Công suất cắt N_e, kW. $N_e = \dfrac{P_Z.V}{1020.60}$



Hình 5-5. *Lực cắt thành phần khi phay bằng dao phay trụ.*
a) Khi phay nghịch.
b) Khi phay thuận.



Hình 5-6. *Lực cắt thành phần khi phay mặt đầu.*
a) Đối xứng.
b) Không đối xứng. Phay nghịch
c) Không đối xứng phay thuận.

Bảng 5-33. *Lượng chạy dao S, khi phay thô bằng dao phay mặt đầu, dao phay trụ và dao phay đĩa có gắn mảnh hợp kim cứng, mm/vòng.*

Công suất máy, kW	Thép		Gang và hợp kim đồng	
	Lượng chạy dao răng Sz ,mm cho hợp kim cứng			
	T15K6	T5K10	BK6	BK8
5 — 10	0,09 — 0,18	0,12 — 0,18	0,14 — 0,24	0,20 — 0,29
> 10	0,12 — 0,18	0,16 — 0,24	0,18 — 0,28	0,25 — 0,38

1- Giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng phù hợp với phay bằng dao phay trụ khi chiều rộng phay B ≤ 30mm ; khi B > 30mm giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng cần giảm đi 30%.
2- Giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng phù hợp với dao phay đĩa khi phay mặt phẳng và các vấu lồi, còn khi phay rãnh thì S phải giảm đi 2 lần.
3- Khi phay theo các giá trị lượng chạy dao cho trong bảng thì độ nhám bề mặt đạt được Ra=0,8÷1,6μm.

Bảng 5-34. *Lượng chạy dao S, mm/vòng khi phay thô bằng dao phay mặt đầu, dao phay trụ và dao phay đĩa bằng thép gió.*

Công suất máy hoặc đầu phay, kW	Độ cứng vững của hệ thống phôi - đồ gá.	Dao phay			
		Mặt đầu và đĩa		Trụ	
		Lượng chạy dao răng S_z ,mm khi gia công			
		Thép cacbon	Gang; hợp kim đồng	Thép cacbon	Gang; hợp kim đồng
Dao phay có răng lớn (số răng ít) và dao phay lắp răng dao					
> 10	Cao	0,20-0,30	0,40-0,60	0,40-0,60	0,60-0,80
	Trung bình	0,15-0,25	0,30-0,50	0,30-0,40	0,40-0,60
	Thấp	0,10-0,15	0,20-0,30	0,20-0,30	0,25-0,40
5 - 10	Cao	0,12-0,20	0,30-0,50	0,25-0,40	0,30-0,50
	Trung bình	0,08-0,015	0,20-0,40	0,12-0,20	0,20-0,30
	Thấp	0,06-0,10	0,15-0,25	0,10-0,15	0,12-0,20
< 5	Trung bình	0,06-0,07	0,15-0,30	0,08-0,12	0,10-0,80
	Thấp	0,04-0,06	0,10-0,20	0,06-0,10	0,08-0,15
Dao phay răng nhỏ (số răng nhiều)					
5 - 10	Cao	0,08-0,12	0,20-0,35	0,10-0,15	0,12-0,20
	Trung bình	0,06-0,10	0,15-0,30	0,06-0,10	0,10-0,15
	Thấp	0,04-0,08	0,10-0,20	0,06-0,08	0,08-0,12
< 5	Trung bình	0,04-0,06	0,12-0,20	0,05-0,08	0,06-0,12
	Thấp	0,03-0,05	0,08-0,15	0,03-0,06	0,05-0,10

1- Lượng chạy dao S lớn dùng khi chiều rộng và chiều sâu phay nhỏ; còn lượng chạy dao S nhỏ dùng kh chiều rộng và chiều sâu phay lớn.
2- Khi phay thép chịu nhiệt và thép chống gỉ, lượng chạy dao S được chọn giống như khi phay thép cacbon nhưng không được vượt quá 0,3 mm/răng.

Bảng 5-35. *Lượng chạy dao S_Z khi phay phôi thép bằng các loại dao phay bằng thép gió.*

D mm	Dao phay	Lượng chạy dao răng S_Z, mm khi chiều sâu phay t,mm								
		3	5	6	8	10	12	15	20	30
16	Ngón	0,08-0,05	0,06-0,05	-						
20		0,01-0,06	0,07-0,04							
25		0,12-0,07	0,09-0,05	0,08-0,04						
35		0,16-0,10	0,12-0,07	0,01-0,05						
	Góc và định hình	0,08-0,04	0,07-0,05	0,06-0,04						
40	Ngón	0,20-0,12	0,14-0,08	0,12-0,07	0,08-0,05					
	Góc và định hình	0,09-0,05	0,07-0,05	0,06-0,03	0,06-0,03					
	Rãnh	0,009-0,005	0,007-0,003	0,01-0,007	-					
50	Ngón	0,25-0,15	0,15-0,10	0,13-0,08	0,10-0,07					
	Góc và định hình	0,10-0,06	0,08-0,05	0,07-0,04	0,06-0,03					
	Rãnh	0,010-0,006	0,008-0,004	0,012-0,008	0,012-0,008					
60	Góc và định hình	0,10-0,06	0,08-0,05	0,07-0,04	0,06-0,04	0,05-0,03				
	Rãnh	0,013-0,008	0,010-0,005	0,015-0,01	0,015-0,01	0,015-0,01				
	Cắt đứt	-	-	0,025-0,015	0,022-0,012	0,02-0,01				
75	Góc và định hình	0,12-0,08	0,10-0,06	0,09-0,05	0,07-0,05	0,06-0,04	0,06-0,03			
	Rãnh	-	0,015-0,005	0,025-0,01	0,022-0,01	0,02-0,01	0,017-0,008	0,015-0,007		
	Cắt đứt		-	0,03-0,015	0,027-0,012	0,025-0,01	0,022-0,01	0,02-0,01		
90	Góc và định hình	0,12-0,08	0,12-0,05	0,11-0,05	0,10-0,05	0,09-0,04	0,08-0,04	0,07-0,03	0,05-0,03	
	Cắt đứt	-	-	0,03-0,02	0,028-0,016	0,027-0,015	0,023-0,015	0,022-0,012	0,023-0,013	
110	Cắt đứt			0,03-0,025	0,03-0,02	0,03-0,02	0,025-0,02	0,025-0,02	0,025-0,015	
150 - 200				-	-	-	-	0,03-0,02	0,028-0,016	0,02-0,01

D- đường kính dao phay.

1- Khi phay gang, hợp kim đồng, nhôm lượng chạy dao S có thể tăng lên 30 - 40%.

2- Lượng chạy dao S cho trong bảng dùng cho phay định hình các bề mặt có prôphin lồi trơn tru, còn đối với các prôphin lõm không trơn tru thì lượng chạy dao S phải giảm đi 40%.

3- Lượng chạy dao S để phay rãnh và cắt đứt bằng dao phay có răng mịn (số răng nhiều) khi chiều sâu phay < 5mm, còn khi chiều sâu phay > 5mm thì dùng dao phay răng thưa (số răng ít)

Bảng 5-36. *Lượng chạy dao S khi phay mặt phẳng và vấu lồi trên các phôi thép bằng các dao phay ngón hợp kim cứng.*

Phay thô								
Hình dạng mảnh hợp kim	Đường kính dao D, mm	Lượng chạy dao S, mm khi chiều sâu phay t,mm.						
		1-3	5	8	12	20	30	40
Lưỡi khoan	10-12	0,01-0,03	-	-	-	-	-	-
	14-16	0,02-0,06	0,02-0,04	-	-	-	-	-
	18-22	0,04-0,07	0,03-0,05	0,02-0,04	-	-	-	-
Mảnh xoắn vít	20	0,06-0,10	0,05-0,08	0,03-0,05	-	-	-	-
	25	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,10	0,05-0,08	-	-	-
	30	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,09	-	-	-
	40	0,10-0,18	0,08-0,13	0,06-0,11	0,05-0,10	0,04-0,07	-	-
	50	0,10-0,20	0,10-0,15	0,08-0,12	0,06-0,10	0,05-0,09	0,05-0,08	0,05-0,06
	60	0,12-0,20	0,10-0,16	0,10-0,12	0,08-0,12	0,06-0,10	0,06-0,10	0,06-0,08

Phay tinh				
Đường kính dao D, mm	10-16	20-22	25-35	40-60
S, mm/vòng	0,02-0,06	0,06-0,12	0,12-0,24	0,3-0,6

1- Khi phay thô gang ta lấy lượng chạy dao S_z dùng cho phay thép thô tăng lên 30 ÷ 40%; còn khi phay tinh gang thì giữ nguyên giá trị lượng chạy dao S_z dùng để phay tinh thép.
2- Giới hạn trên của lượng chạy dao S_z khi phay thô được dùng khi chiều rộng phay nhỏ trên máy có độ cứng vững cao; còn giới hạn dưới được dùng cho trường hợp ngược lại.
3- khi làm việc với lượng chạy dao S_z tinh thì độ nhám bề mặt đạt được Ra = 0,8 ÷ 1,6μm.

Bảng 5-37. *Lượng chạy dao S (mm/vòng) khi phay tinh mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phaymặt đầu, dao phay đĩa và dao phay trụ.*

Ra, μm	Dao phay mặt đầu; dao phay đĩa lắp răng		Dao phay trụ thép gió khi D, mm lấy theo vật liệu gia công.					
			Thép hợp kim; thép cacbon			Gang và hợp kim đồng; nhôm.		
	Hợp kim cứng	Thép gió	40-75	90-130	150-200	40-75	90-130	150-200
6,3	-	1,2-2,7	-	-	-	-	-	-
3,2	0,5-1,0	0,5-1,2	1,0-2,7	1,7-3,8	2,3-5,0	1,0-2,3	1,4-3,0	1,9-3,7
1,6	0,4-0,6	0,23-0,5	0,6-1,5	1,0-2,1	1,3-2,8	0,6-1,3	0,8-1,7	1,1-2,1
0,8	0,2-0,3	-	-	-		-	-	-
0,4	0,15	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 5-38. *Lượng chạy dao S (mm/vòng) khi phay các phôi thép bằng dao phay rãnh then thép gió.*

Đường kính dao phay D, mm	Phay trên máy phay rãnh then có chạy dao đi lại (con lắc) theo chiều sâu phay cho một hành trình kép theo từng phần chiều sâu then.		Trên máy phay đứng sau một bước.	
			Cắt hướng trục hết chiều sâu rãnh then	Dịch chuyển dọc khi phay rãnh then
	Chiều sâu phay t, mm	Lượng chạy dao răng S_z,mm		
6	0,3	0,1	0,006	0,020
8		0,12	0,007	0,022
10		0,16	0,008	0,024
12		0,18	0,009	0,026
16	0,4	0,25	0,010	0,028
18		0,28	0,011	0,030
20		0,31	0,011	0,032
24		0,38	0,012	0,036
28	0,5	0,45	0,014	0,037
32		0,50	0,015	0,037
36		0,55	0,016	0,038
40		0,65	0,016	0,038

Lượng chạy dao dùng cho thép cacbon có $\sigma_B \leq 750$MPa.
Khi gia công thép có độ bền cao hơn thì lượng chạy dao giảm đi 20 - 40%.

Bảng 5-39. *Hệ số C_V và các số mũ trong công thức tính tốc độ cắt khi phay.*

Dao phay	Vật liệu lưỡi cắt	Nguyên công	Chế độ cắt			Hệ số và các số mũ						
			B	t	S_z	C_V	q	x	y	u	p	m
Gia công thép cacbon σ_B = 750MPa												
Mặt đầu	T15K6*[1]	Phay mặt phẳng				322	0,2	0,1	0,4	0,2	0	0,2
	P6M5*[2]		-	-	≤0,1 >0,1	64,7 41	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0	0,2
Trụ	T15K6*[1]		≤35 >35	≤2 >2 ≤2 >2	-	390 443 616 700	0,17 0,17	0,19 0,38 0,19 0,38	0,28 0,28	-0,05 0,08	0,1 0,1	0,33 0,33
	P6M5*[2]		-	-	≤0,1 >0,1	55 35,4	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Đĩa lắp các dao	T15K6*	Phay mặt phẳng và vấu	-	-	<0,12 ≥0,12	1340 740	0,2	0,4	0,12 0,4	0	0	0,35
		Phay rãnh	-	-	≤0,06 >0,06	1825 690	0,2	0,3	0,12 0,4	0,1	0	0,35
	P6M5*[2]	Phay mặt phẳng, vấu và rãnh	-	-	<0,1 ≥0,1	75,5 48,5	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Đĩa liền khối	P6M5*[2]		-	-	-	68,5	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Ngón dạng mũi khoan	T15K6*		-	-	-	145	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
Ngón hàn mảnh hợp kim			-	-	-	234	0,44	0,24	0,26	0,1	0,13	0,37
Ngón liền khối	P6M5*[2]		-	-	-	46,7	0,45	0,5	0,5	0,1	0,1	0,33
Rãnh và cắt đứt		Cắt rãnh và cắt đứt	-	-	-	53	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Định hình có prôphin lồi		Phay định hình	-	-	-	53	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Góc; định hình có prôphin lõm		Phay góc rãnh và định hình	-	-	-	44	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Then hai lưỡi		Phay rãnh then	-	-	-	12	0,3	0,3	0,25	0	0	0,26
Gia công thép chịu nhiệt												
Mặt đầu	BK8*[1]	Phay mặt phẳng	-	-	-	108	0,2	0,06	0,3	0,2	0	0,32
	P6M5*[2]		-	-	-	49,6	0,15	0,2	0,3	0,2	0,1	0,14
Trụ			-	-	-	44	0,29	0,3	0,34	0,1	0,1	0,24

(tiếp bảng5-39).

Dao phay	Vật liệu lưỡi cắt	Nguyên công	Chế độ cắt, mm			Hệ số và các số mũ						
			B	t	S_z	C_v	q	x	y	u	p	m
Ngón	P6M5*[2]	Phay mặt phẳng và vấu	-	-	-	22,5	0,35	0,21	0,48	0,03	0,1	0,27
Gia công gang xám HB 190												
Mặt đầu	BK6*[1]	Phay mặt phẳng	-	-	-	445	0,2	0,15	0,35	0,2	0	0,32
	P6M5*[2]		-	-	-	42	0,2	0,1	0,4	0,1	0,1	0,15
Trụ	BK6*[1]		-	<2,5 ≥2,5	≤0,2 >0,2 ≤0,2 >0,2	923 588 1180 750	0,37 0,37	0,13 0,4	0,19 0,47 0,19 0,47	0,23 0,23	0,14 0,14	0,42 0,42
	P6M5*[1]		-	-	≤0,15 >0,15	57,6 27	0,7	0,5	0,2 0,6	0,3	0,3	0,25
Đĩa lắp các dao	P6M5*[1]	Phay phẳng, vấu và rãnh	-	-	-	85	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Đĩa liền khối			-	-	-	72	0,2	0,5	0,4	0,1	0,1	0,15
Ngón		Phay phẳng và vấu	-	-	-	72	0,7	0,5	0,2	0,3	0,3	0,25
Phay rãnh và cắt đứt		Phay rãnh và cắt đứt	-	-	-	30	0,2	0,5	0,4	0,2	0,1	0,15
Gia công gang xám HB 150												
Mặt đầu	BK6*[1]	Phay mặt phẳng	-	-	≤0,18 >0,18	994 695	0,22	0,17	0,1 0,32	0,22	0	0,33
	P6M5*[2]		-	-	≤0,1 >0,1	90,5 57,4	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Trụ			-	-	≤0,1 >0,1	77 49,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Đĩa lắp các dao		Phay phẳng, vấu và rãnh	-	-	≤0,1 >0,1	105,8 68	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Đĩa liền khối			-	-	-	95,8	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Ngón		Phay phẳng và vấu	-	-	-	68,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Phay rãnh và cắt đứt		Phay rãnh và cắt đứt	-	-	-	74	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2
Gia công hợp kim đồng có độ cứng trung bình HB 100 ÷ 140												
Mặt đầu	P6M5*1	Phay mặt phẳng	-	-	0,1 0,1	136 86,2	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Trụ			-	-	0,1 0,1	115,5 74,3	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Đĩa lắp các dao		Phay phẳng, vấu và rãnh	-	-	0,1 0,1	158,5 102	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Đĩa liền khối			-	-	-	144	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Ngón		Phay phẳng và vấu	-	-	-	103	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Phay rãnh và cắt đứt		Phay rãnh và cắt đứt	-	-	-	111,3	0,25	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2

(tiếp bảng5-39).

Dao phay	Vật liệu phần cắt	Nguyên công	Chế độ cắt, mm			Hệ số và các số mũ						
			B	t	S_z	C_V	q	x	y	u	p	m
Gia công silumin và hợp kim nhôm đúc, σ_B=100÷200MPa, HB ≤65 và đuara σ_B=300÷400MPa,HB ≤ 100.												
Mặt đầu	P6M5*1	Phay mặt phẳng	-	-	≤0,1 >0,1	245 155	0,25	0,1	0,2 0,4	0,15	0,1	0,2
Trụ			-	-	≤0,1 >0,1	208 133,5	0,45	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,33
Đĩa lắp các dao		Phay phẳng, vấu và rãnh	-	-	≤0,1 >0,1	285 183,4	0,25	0,3	0,2 0,4	0,1	0,1	0,2
Đĩa liền khối			-	-	-	259	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2
Ngón		Phay phẳng và vấu	-	-	-	185,5	0,45	0,3	0,2	0,1	0,1	0,33
Phay rãnh và cắt đứt		Phay rãnh và cắt đứt	-	-	-	200	0,25	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2

Tốc độ cắt cho phay mặt đầu trong bảng được dùng khi góc nghiêng chính $\varphi = 60^0$. Với các φ khác nhau thì tốc độ cắt cần phải nhân với hệ số k: khi $\varphi = 15^0$ thì k = 1,6; khi $\varphi = 30^0$ thì k = 1,25; khi $\varphi = 45^0$ thì k = 1,1; khi $\varphi = 75^0$ thì k =0,93 và khi $\varphi = 90^0$ thì k = 0,87. * 1 Không dung dịch trơn nguội; * 2 Có dung dịch trơn nguội.

Bảng 5-40. *Chu kỳ bền trung bình của dao phay (T).*

Dao phay	T, (phút), theo đường kính dao phay, mm.											
	20	25	40	60	75	90	110	150	200	250	300	400
Mặt đầu	-		120	180					240		300	400
Trụ lắp dao và trụ liền khối răng lớn	-					180			240	-		
Trụ liền khối răng nhỏ	-		120		180	-						
Đĩa	-					120		150	180	240	-	
Ngón	80	90	120	180	-							
Cắt rãnh , cắt đứt	-				60	75	120		150	-		
Định hình,góc	-		120			180	-					

Bảng 5-41. *Hệ số Cp và các số mũ trong công thức tính lực cắt Pz khi phay.*

Dao phay	Vật liệu phần cắt	Hệ số và số mũ					
		C_P	x	y	u	q	w
Gia công thép cacbon σ_B = 750MPa							
Mặt đầu	Hợp kim cứng, Thép gió	825 82,5	1,0 0,95	0,75 0,8	1,1 1,1	1,3 1,1	0,2 0
Trụ	Hợp kim cứng, thép gió	101 68,2	0,88 0,86	0,75 0,72	1,0 1,0	0,87 0,86	0 0
Đĩa, cắt rãnh và cắt đứt	Hợp kim cứng, Thép gió	261 68,2	0,9 0,86	0,8 0,72	1,1 1,0	1,1 0,86	0,1 0
Ngón	Hợp kim cứng, Thép gió	12,5 68,2	0,85 0,86	0,75 0,72	1,0 1,0	0,73 0,786	-0,13 0
Định hình, góc	Thép gió	47	0,86	0,72	0,1	0,86	0

(tiếp bảng 5-41)

Dao phay	Vật liệu phần cắt	Hệ số và số mũ					
		C_p	x	y	u	q	w
Gia công thép chịu nhiệt							
Mặt đầu	Hợp kim cứng	218	0,92	0,78	1,0	1,15	0
Ngón	Thép gió	82	0,75	0,6	1,0	0,86	0
Gia công gang xám HB 190							
Mặt đầu	Hợp kim cứng thép gió	54,5 50	0,9 0,9	0,74 0,72	1,0 1,14	1,0 1,14	0 0
Trụ	Hợp kim cứng thép gió	58 30	0,9 0,83	0,8 0,65	1,0 1,0	0,9 0,83	0 0
Đĩa, ngón, cắt rãnh và cắt đứt	Thép gió	30	0,83	0,63	1,0	0,83	0
Gia công gang rèn HB 150							
Mặt đầu	Hợp kim cứng thép gió	491 50	1,0 0,95	0,75 0,8	1,1 1,1	1,3 1,1	0,2 0
Trụ, đĩa, ngón, cắt rãnh và cắt đứt	Thép gió	30	0,86	0,72	1,0	0,86	0
Gia công hợp kim đồng có độ cứng trung bình HB 100-140							
Trụ,đĩa, ngón, cắt rãnh và cắt đứt	Thép gió	22,6	0,86	0,72	1.0	0,86	0

1- Lực cắt P_Z khi phay hợp kim nhôm được tính như đối với thép và nhân với hệ số k = 0,25.
2- Lực cắt P_Z được tính theo số liệu trong bảng phù hợp với dao phay chưa bị cùn (mới). Khi dao cùn tới giới hạn mòn cho phép thì lực cắt tăng lên: khi gia công thép mềm (σ_B < 600MPa) tăng lên 1,75 ÷ 1,9 lần; trong các trường hợp còn lại thì tăng lên 1,2 ÷ 1,4 lần.

Bảng 5-42 *Tỷ số giữa các lực cắt thành phần khi phay.*

Phay	P_h; P_Z	P_y; P_Z	P_y; P_Z	P_x; P_Z
Dao phay trụ, đĩa, ngón *[1], góc và định hình (hình 5-5)				
Chạy dao nghịch	1,1-1,2	0-0,25	0,4-0,6	(0,2-0,4)tg ω
Chạy dao thuận	-(0,8-0,9)	0,7-0,9		
Dao phay mặt đầu và ngón*[2] (hình 5-6)				
Đối xứng	0,3-0,4	0,85-0,95	0,3-0,4	0,5-0,55
Không đối xứng, thuận	0,6-0,8	0,6-0,7		
Không đối xứng, nghịch	0,2-0,3	0,9-1,0		

*[1] Dao phay làm việc theo sơ đồ cắt phay trụ, khi đó răng ở mặt đầu không tham gia cắt.
*[2] Dao phay làm việc theo sơ đồ cắt phay mặt đầu.

6. Cắt, xé nhỏ.

Việc cắt, xé nhỏ được thực hiện bằng các dao tiện cắt đứt, cưa đĩa, cưa đai, dao cắt, đá mài.

a) Lượng chạy dao S.

Với cưa đĩa, lượng chạy dao S_Z, với cưa đai và đá mài lượng chạy dao S_{ph} được giới thiệu ở bảng 5-43.

b) Tốc độ cắt V.

Với cưa đĩa và cưa đai, tốc độ cắt được xác định bằng m/ph ; còn đối với đá mài thì tốc độ cắt được xác định bằng m/s và giới thiệu ở bảng 5-44.

Bảng 5-43. *Lượng chạy dao S_Z và S_{ph} khi cắt xẻ kim loại bằng cưa đĩa, cưa đai và đá mài.*

Vật liệu gia công	S_Z khi cắt bằng cưa đai	S_{ph}, mm/ph khi cắt	
		Bằng cưa đai	Bằng đá mài
Thép σ_B, MPa < 400 400-600 >600	 0,08-0,15 0,05-0,11 0,04-0,07	≤ 50	135 - 150
Gang	0,08-0,20	≤ 90	
Đồng		≤ 110	
Đồng thau		≤ 140	

1- Lượng chạy dao S_Z và S_{ph} dùng cho cưa đĩa được xác định theo tỷ số t /q = 10.
t- tiết diện ngang của phôi được cắt, xác định theo chiều dài cung tiếp xúc của cưa với phôi;
q- bước vòng của răng cưa
Với giá trị của t /q ≠ 10 thì giá trị lượng chạy dao S_Z và S_{ph} cho trong bảng cần phải nhân với hệ số k_q:

t /q	6	8	10	13	17
k_q	1,5	1,25	1,0	0,8	0,6

2- Giá trị lượng chạy dao S_Z và S_{ph} lớn dùng cho cưa đĩa phụ thuộc vào công suất của máy gia công lớn.

Bảng 5-44. *Tốc độ cắt V (mm/phút) kim loại bằng cưa đĩa, dao cắt,cưa đai và đá mài.*

vật liệu được cắt	Vật liệu của cưa đĩa		Vật liệu của dao cắt		Cưa đai
	Thép gió	Cacbon dụng cụ	Thép gió	Cacbon dụng cụ	
Thép cacbon có σ_B, MPa: < 400 400-600 >600	 26-30 18-26 16-22	 18-20 16-18 12-16	 38-42 25-36 12-21	 28-30 20-25 10-15	 16-20 10-15 6-12
Thép dụng cụ	11-14	8-10	12-14	9-10	4-8
Thép đúc	14-18	10-16	-	-	-
Thép chịu nhiệt, thép chống gỉ	8-12	8-10	-	-	-
Gang xám, gang dẻo HB ≤ 200 HB > 200	 10-12 12-13	 8-9	 18-28 12-14	 15-20 9-10	 9-12 5-8
Đồng σ_B, ≤300MPa σ_B, >300MPa	 100-200	 60-160	 25-28 18-21	 18-20 14-15	 15-30
Đồng thau	100-200	60-160	25-36	20-25	15-40

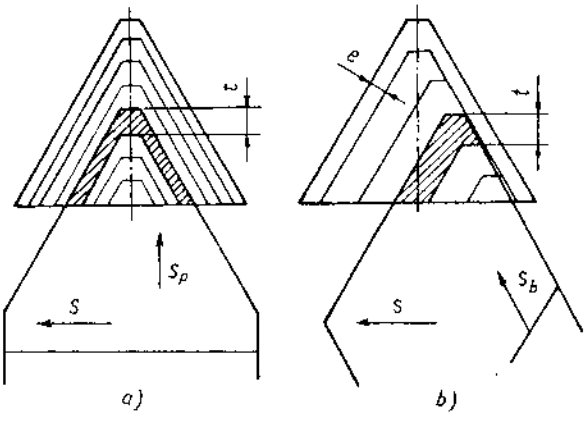
Tốc độ cắt kim loại bằng đá là 50 ÷ 70 m/s.

7. Cắt ren.

Cắt ren ngoài được thực hiện bằng dao tiện ren, đá mài, bàn ren, đầu cắt ren, dao phay ren đĩa và dao phay ren lược; cắt ren trong bằng dao tiện ren trong,tarô và dao phay ren hình lược.

a) Chiều sâu cắt t (mm) và lượng chạy dao S (mm/vòng).

Khi cắt ren bằng dao tiện ren , người ta phân biệt lượng chạy dao dọc S_d bằng bước ren P và lượng chạy dao ngang S_P được xác định bằng chiều sâu cắt t;bằng chiều cao của prôphin ren khi cắt ren sau một hành trình cắt hoặc là bằng một phần của chiều cao prôphin ren theo hành trình cắt i, cần thiết để tạo nên ren. Nếu bước ren P ≤ 2,5mm thì lượng chạy dao ngang theo hướng kính S_P và quá trình tạo ren xẩy ra theo sơ đồ hình 5-7a. Nếu bước ren P > 2,5mm thì các bước cắt thô được tiến hành theo sơ đồ cắt nghiêng (mở rộng) với lượng chạy dao ngang S_b như sơ đồ hình 5-7b; phần lượng dư e còn lại cho bước cắt tinh được cắt trên toàn bộ prôphin ren. Số bước cắt được chọn theo bảng 5-45; 5-46.



Hình 5-7. *Sơ đồ cắt ren bằng dao tiện*

a) Chạy dao theo hướng kính; b) Cắt mở và cắt tinh theo hướng kính.

Lượng chạy dao S_Z cho một lưỡi dao khi cắt ren theo phương pháp " Gió lốc" được giới thiệu ở bảng 5-47; cho một răng của dao phay lược cho trong bảng 5-48; cho một răng của dao phay đĩa thì cho trong phần chú thích của bảng 5-48. Bàn ren, tarô và đầu cắt ren làm việc theo chế độ chạy dao tự động.

b) Tốc độ cắt V ($^m/_{ph}$).

Khi cắt các ren kẹp chặt bằng các dao tiện hợp kim cứng

$$V = \frac{C_V . i^x}{T^m . S^y} . kv$$

Khi cắt các ren kẹp chặt và ren thang bằng dao tiện thép gió

$$V = \frac{C_V}{T^m . t^x . S^y} . kv$$

Khi cắt ren theo phương pháp "Gió lốc" các ren hệ mét và ren hình thang bằng dao tiện hợp kim cứng:

$$V = \frac{C_V}{T^m . S_Z^x . S^y} . kv$$

Hệ số Cv và các số mũ m, x, y, q và chu kỳ bền trung bình T cho trong bảng 5-49.

Bảng 5-45. *Số bước cắt khi cắt ren hệ mét và ren hình thang trên phôi thép bằng dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng T15K6 và tiện ren trên phôi gang bằng dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng BK6.*

Bước ren P, mm	Thép cacbon và thép hợp kim				Gang			
	Ren ngoài							
	Hệ mét		Thang		Hệ mét		Thang	
	Số bước cắt *							
	I	II	I	II	I	II	I	II
1,5	3	2	-	-	-	-	-	-
2					2	2	-	-
3	5		5	3	3		4	3
4	6		6		4		5	
5	7		7	4			6	
6	8		8		5		7	4
8	-	-	10	5	-	-	9	
10			12	6			10	5
12			14				12	
16			18				14	

* I — Bước thô; II — Bước tinh

1- Số bước cắt được chỉ ra dùng để cắt ren hệ mét có cấp chính xác trung bình. Khi cắt ren chính xác cao, số bước cắt tinh được tăng lên.

2- Khi cắt ren trong hệ mét, lấy số bước cắt thô chỉ ra trong bảng cho ren ngoài nhân gấp 2 lần.

3- Khi cắt ren hệ mét trên thép chịu nhiệt, số bước cắt tăng lên 30%, còn đối với thép đã qua tôi thì tăng lên 2 ÷ 3 lần.

Bảng 5-46. *Số bước cắt khi cắt ren hệ mét và ren hình thangbằng dao tiện thép gió.*

Bước ren P, mm	Thép cacbon		Thép hợp kim và thép đúc		Gang , đồng và đồng thau	
	Số bước cắt *					
	I	II	I	II	I	II
	Ren ngoài hệ mét một đầu mối					
1,25-1,5	4	2	5	3	4	2
1,75	5	3	6	4	5	3
2,0-3,0	6		7			
3,5-4,5	7	4	9	5	6	4
5,0-5,5	8		10			
6,0	9		12			

(tiếp bảng 5-46)

Bước ren P, mm	Thép cacbon		Thép hợp kim và thép đúc		Gang , đồng và đồng thau	
	Số bước cắt *					
	I	II	I	II	I	II
Ren ngoài hình thang một đầu mối						
4	10	7	12	8	8	6
6	12	9	14	10	9	7
8	14		17		11	
10	18		22		14	
12	21		25		17	
16	28		33		22	8
20	35	10	42	12	28	

* Như trong bảng 5-45.

1- Số bước cắt chỉ ra trong bảng dùng cho ren hệ mét kẹp chặt và ren hình thang có độ chính xác trung bình. Khi cắt ren hệ mét và ren hình thang có độ chính xác cao, ngoài số bước đã chỉ ra trong bảng, còn cần 2 ÷ 3 bước phụ để làm nhẵn khi tốc độ cắt khoảng 4 m/ph.

2- Khi cắt ren nhiều đầu mối, số bước cắt chỉ ra trong bảng tăng từ 1 ÷ 2 lần cho mỗi một đầu mối ren.

3- Khi cắt ren trong, số lần cắt tăng lên: thô tăng 20 ÷ 25%; tinh, cho ren hệ mét tăng 1 lần và với ren hình thang tăng 1 lần khi bước P < 8mm và tăng 2 lần khi P > 8mm.

Bảng 5-47. *Lượng chạy dao S_Z khi cắt theo phương pháp "Gió lốc" ren hệ mét và ren hình thang bằng dao tiện gắn mảnh hợp kim cứng T15K6 trên phôi thép.*

Cơ tính của thép		S_Z, mm/răng
σ_B, MPa	HB	
550	153 — 161	1,0 — 1,2
650	179 — 192	0,8 — 1,0
750	210 — 220	0,6 — 0,8
850	235 — 250	0,4 — 0,6

Giá trị lượng chạy dao S_Z lớn dùng để cắt ren trên các chi tiết cứng vững; S_Z nhỏ dùng trong trường hợp ngược lại.

Bảng 5-48. *Lượng chạy dao S_Z cho một răng của dao phay ren lược.*

Vật liệu gia công	Đường kính ren, mm					
	≤ 30mm			> 30 ÷ 50mm		
	S_Z theo bước ren P, mm					
	Tới 1	> 1 ÷ 2	> 2 ÷ 3,5	Tới 1	> 1 ÷ 2	> 2 ÷ 4
Thép : $\sigma_B \le 800$MPa	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,07
$\sigma_B > 800$MPa	0,02-0,03	0,02-0,03	0,03-0,04	0,03-0,04	0,03-0,04	0,04-0,05
Gang: Xám	0,05-0,06	0,06-0,07	0,07-0,08	0,06-0,07	0,07-0,08	0,08-0,09
Rèn	0,04-0,05	0,05-0,06	0,06-0,07	0,05-0,06	0,06-0,07	0,07-0,08

Vật liệu gia công	Đường kính ren, mm				
	> 50 ÷ 76 mm			> 76mm	
	S_Z theo bước ren P, mm				
	Tới 1	> 1 ÷ 2	> 2 ÷ 4	Tới 2	> 2 ÷ 4
Thép : $\sigma_B \le 800$MPa	0,05-0,06	0,06-0,07	0,07-0,08	0,07-0,08	0,08-0,09
$\sigma_B > 800$MPa	0,03-0,04	0,04-0,05	0,05-0,06	0,04-0,05	0,05-0,06
Gang: Xám	0,07-0,08	0,08-0,09	0,09-0,10	0,09-0,10	0,10-0,12
Rèn	0,06-0,07	0,07-0,08	0,08-0,09	0,08-0,09	0,08-0,09

1- Để cắt ren chính xác, lượng chạy dao giảm đi 25%.

2- Lượng chạy dao S_Z cho một răng của dao phay đĩa khi cắt ren thang, $S_Z = 0,3 \div 0,6$mm tuỳ theo cấp chính xác của ren.

Bảng 5-49. *Hệ số và các số mũ trong công thức tính tốc độ cắt dùng cho các dụng cụ cắt ren.*

Vật liệu gia công	Dụng cụ cắt ren	Vật liệu lưỡi cắt	Điều kiện cắt hoặc cấu tạo dụng cụ cắt	Hệ số và các số mũ					T, ph
				C_v	x	y	q	m	
Thép cacbon σ_B=750, MPa	Dao tiện ren kẹp chặt	T15K6		224	0,23	0,30	-	0,20	70
		P6M5	Bước thô: P ≤ 2mm	14,8	0,70	0,30	-	0,11	80
			P > 2mm	30,0	0,60	0,25		0,08	
			Bước tinh	41,8	0,45	0,30	-	0,13	
	Dao tiện ren thang	P6M5	Bước thô	32,6	0,60	0,20	-	0,14	70
			Bước tinh	47,8	0,50	0	-	0,18	
	Cắt "Gió lốc" ren kẹp chặt và ren thang	T15K6	-	2230	0,50	0,50	-	0,50	80
	Tarô: máy	P6M5	-	64,8		0,50	1,2	0,90	90
	đai ốc			53,0		0,50	1,2	0,90	
	đai ốc tự động			41,0		0,50	1,2	0,90	
	Bàn ren	9XC Y12A	-	2,7		1,2	1,2	0,5	90
	Đầu cắt ren	P6M5	Lược tròn và tiếp tuyến	7,4	-	1,2	1,2	0,5	120
	Phay lược	P6M5	-	198,0		0,3	0,4	0,5	100
Gang xám HB190	Dao tiện	BK6		83,0	0,45	0	-	0,33	70
	Phay lược	P6M5	-	140,0		0,3	0,4	0,33	200
Gang rèn HB150	Phay lược	P6M5		245,0		2,0	0,5	1,0	200
Silumin	Tarô đai ốc	P6M5	-	20,0		0,5	1,2	0,9	90

Cắt ren được thực hiện với dung dịch trơn nguội, như đã giới thiệu cho các dạng gia công đã cho. T(phút) - Chu kỳ bền trung bình.

Hệ số điều chỉnh tổng quát, phụ thuộc và các điều kiện cắt cụ thể của tốc độ cắt: $k_V = k_{MV} \cdot k_{uv} \cdot k_{ev}$

Trong đó: k_{MV} - hệ số phụ thuộc vào tính chất của vật liệu gia công cho trong bảng 5-1 ÷ 5-4.

k_{uv} - hệ số phụ thuộc vào tính chất của vật liệu phần lưỡi cắt cho trong bảng 5-6.

k_{ev}- hệ số phụ thuộc vào phương pháp cắt ren (k_{ev}=1 nếu ren được cắt thô và tinh bằng cùng một dao; k_{ev}=0,75 nếu ren được cắt tinh bằng một dao tinh riêng.

Khi cắt các ren bị hạn chế việc chạy dao và cần thiết rút dao nhanh bằng tay, thì tốc độ cắt V (mm/ph) cần phải giảm đi và được tính bằng công thức:

$$V = \frac{\pi.D.f}{1000r.P}$$

Trong đó: D- đường kính danh nghĩa của ren, mm.

f - chiều dầy rãnh rút dao, mm.

P- bước ren, mm.

r- thời gian rút dao và đảo máy ngược lại bằng 0,01÷0,04 phút.

Tốc độ cắt khi cắt ren hệ mét bằng tarô, bàn ren và đầu cắt ren:

$$V = \frac{C_V.D^q}{T^m.S^y}.k_V$$

Khi cắt ren bằng dao phay ren lược:

$$V = \frac{C_V.}{T^m.S_Z^x.S^y}.k_V$$

Hệ số C_V, các số mũ và giá trị chu kỳ bền trung bình T với các dụng cụ khác nhau được cho trong bảng 5-49.

Các số liệu về chu kỳ bền đối với một loạt dụng cụ cần được điều chỉnh, bởi vì trong các trường hợp đó tốc độ cắt không được tính toán mà được xác định theo chất lượng ren, khi cắt chúng bằng bàn ren có thể nhận được tốc độ cắt V ≤ 4mm/ph, còn bằng đầu dao tiện ren thì tốc độ cắt V ≤ 14mm/ph ÷ 16mm/ph.

Việc cắt ren có năng suất và kinh tế, bằng tarô và dao phay răng lược đạt được khi tốc độ cắt lớn nhất theo khả năng cho phép của thiết bị.

Hệ số điều chỉnh tổng quát: $k_V = k_{MV} \cdot k_{UV} \cdot k_{TV}$

Trong đó: k_{MV} và k_{UV} phụ thuộc vào vật liệu gia công và vật liệu dụng cụ cắt, đối với dao tiện ren cho ở bảng 5-4 và 5-6, còn đối với tarô và bàn ren, đầu cắt ren, dao phay ren lược cho ở bảng 5-50.

k_{TV} là hệ số phụ thuộc vào độ chính xác của ren cần được gia công

c) Các quan hệ lực.

Lực cắt thành phần tiếp tuyến P_Z (N) khi cắt ren bằng dao tiện:

$$P_Z = \frac{10.C_P.P^y}{i^n}.k_P$$

Mômen xoắn M_X (N.m) khi cắt ren bằng tarô, đầu cắt ren:

$$M_X = 10.\ C_M\ .\ D^q\ .\ P^y\ .\ k_{MP}$$

Trong đó: P - bước ren, mm.

i - số bước cắt, được xác định theo các bảng 5-45; 5-46.

D - đường kính danh nghĩa của ren, mm.

Các hệ số C_P và C_M cũng như các số mũ được giới thiệu trong bảng 5-51. Hệ số điều chỉnh $k_P = k_{MP}$ phụ thuộc vào vật liệu gia công, được xác định đối với dao tiện theo bảng 5-9, còn đối với các loại dụng cụ khác thì theo bảng 5-50.

d) Công suất cắt ren N, kW.

Khi cắt ren bằng dao tiện:

$$N = \frac{P_Z.V}{1020.60}$$

Bằng tarô, bàn ren và đầu cắt ren:

$$N = \frac{M.n}{975} \qquad \text{trong đó:} \qquad n = \frac{1000.V}{\pi.D}$$

Khi cắt ren theo phương pháp "Gió lốc" thì sau một bước của đầu quay có Z dao, thì công suất cắt N được xác định theo công thức:

Với ren tam giác (ren 60^0):

$$N = \frac{0{,}1.S^{0,5}.S_Z^{0,4}.Z^{0,5}.V^{0,8}}{D^{0,7}}$$

Với ren hình thang:

$$N = \frac{0{,}028.S^{1,2}.S_Z^{0,4}.Z^{0,5}.V^{0,8}}{D^{0,7}}$$

Khi cắt ren đã qua một số lần cắt, cũng như khi cắt ren phi tiêu chuẩn, công suất tính toán cần phải nhânlên theo tỷ số giữa chiều cao thực tế của prôphin ren được cắt sau một lần cắt với chiều cao ren theo tiêu chuẩn.

Bảng 5-50. *Hệ số điều chỉnh k_{MV}; k_{UV}; k_{TV}; k_{MP} trong công thức tính tốc độ cắt và mômen xoắn dùng cho tarô, bàn ren và đầu cắt ren.*

Vật liệu gia công	Hệ số điều chỉnh tốc độ cắt phụ thuộc vào					k_{MP}
	Vật liệu gia công k_{MV}	Vật liệu dụng cụ k_{UV}		Cấp chính xác của ren k_{TV}		
		P6M5	9XC;Y10A;Y12A	Chính xác	Trung bình	
Thép cacbon có:						
$\sigma_B < 600$MPa	0,7	1,0	0,7	0,8	1,0 — 1,25	1,3
$\sigma_B = 600 \div 800$MPa	1,0					1,0
Thép hợp kim có:						
$\sigma_B < 700$MPa	0,9					1,0
$\sigma_B = 700 \div 800$MPa	0,8					0,85
Gang xám có:						
HB < 140	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0 — 1,25	1,0
HB 140 — 180	0,7					1,2
HB > 180	0,5					1,5
Gang rèn	1,7					0,5
k_{MP}- hệ số điều chỉnh cho mômen xoắn.						

Bảng 5-51. *Hệ số và các số mũ trong công thức tính lực cắt ren.*

Vật liệu gia công	Loại dụng cụ	Hệ số và số mũ				
		C_P	C_M	y	q	u
Thép cacbon $\sigma_B = 700$MPa	Dao tiện	148	-	1,7	-	0,71
	Tarô : máy	-	0,0270	1,5	1,4	-
	đai ốc		0,0041		1,7	
	tự động		0,0025		2,0	
	Bàn ren		0,0450		1,1	
	Đầu cắt ren		0,0460			
Gang	Dao tiện	103	-	1,8	-	0,82
	Tarô máy	-	0,0130	1,5	1,4	-
Silumin	Tarô đai ốc		0,0022		1,8	

8. Chuốt.

a) Các phần tử cắt.

Các phần tử cắt khi chuốt là: chu vi cắt (vành cắt) $\sum B$ - tổng cộng chiều dài cắt lớn nhất của tất cả các răng đồng thời làm việc (mm); lượng chạy dao cho một răng S_Z (mm) và tốc độ cắt V (m/phút).

b) Chu vi cắt.

Chu vi cắt phụ thuộc vào hình dạng, kích thước bề mặt gia công và sơ đồ cắt, được xác định bằng phương trình: $\sum B = B \,.\, Ze \,.\, \frac{1}{Z_0}$.

Trong đó : B - chu vi cắt (mm), vừa bằng chiều dài của đường viền gia công trên phôi hoặc lớn hơn nó một đại lượng $\frac{1}{\cos\lambda}$, khi bố trí răng nghiêng một góc λ ;

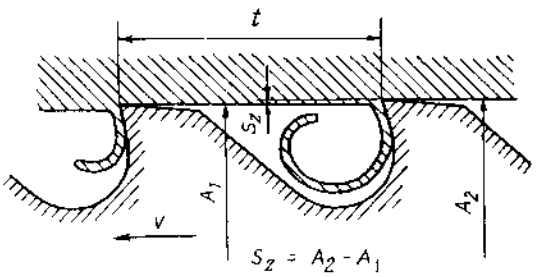
Z_o - số răng trong đoạn dao chuốt khi theo sơ đồ cắt tiên tiến (khi theo sơ đồ cắt prôphin hay theo sơ đồ cắt theo sóng thì Z_o=1);

Z_l - số răng lớn nhất đồng thời cắt, được xác định bằng biểu thức:

$Z_l = \frac{l}{t}$; ở đây:

l- chiều dài bề mặt gia công, mm (trong đó không kể phần rãnh nếu có);

t - bước răng dao, mm. Giá trị tính toán Z_l được quy tròn tới số nguyên gần nhất.



Hình 5-8. *Sơ đồ cắt lượng dư khi chuốt.*

c) Lượng chạy dao S_Z.

Lượng chạy dao khi chuốt S_Z là độ chênh kích thước giữa các răng dao liền kề nhau (hình 5-8); đó chính là yếu tố tạo nên dao chuốt.

d) Tốc độ cắt V.

Tốc độ cắt được xác định theo yêu cầu của độ chính xác gia công và độ nhám bề mặt, cho trong bảng 5-53 và theo nhóm tốc độ trong bảng 5-52.

Khi cắt theo tốc độ cắt tiêu chuẩn thì độ nhám bề mặt đã cho có thể đạt được khi các góc trước, sau hợp lý và có các răng chuyển tiếp và làm bóng.

Tốc độ cắt tiêu chuẩn đã được xác định, được đem so sánh với tốc độ làm việc lớn nhất của máy và tốc độ cắt m/ph cho phép của động cơ máy chuốt:

$$V = 61200\frac{N}{P_Z}\eta \qquad \text{(m/ph).}$$

Trong đó: N- công suất động cơ máy, kW

P_Z- lực cắt khi chuốt, N

η- hiệu suất của máy.

Tốc độ cắt được chọn là tốc độ nhỏ nhất trong số tốc độ được đem so sánh kể trên.

e) Lực cắt P_Z (N).

Khi chuốt, lực cắt được xác định theo công thức:

$$P_Z = P \cdot \sum B$$

Trong đó: P- lực cắt trên 1mm chiều dài cắt (N), phụ thuộc vào vật liệu gia công và lượng chạy dao của một răng dao chuốt Sz (mm), bảng 5-54.

Bảng 5-52. *Tốc độ cắt V, (m/ph) đối với dao chuốt bằng thép gió.*

Nhóm tốc độ cắt theo bảng 5-53	Dao chuốt			
	Trụ	Then hoa	Then và chuốt ngoài	Các loại
I	8/6	8/3	10/7	4
II	7/5	7/4,5	8/6	3
III	6/4	6/3,5	7/5	2,5
IV	4/3	4/2,5	4/3,5	2

1- Tử số là tốc độ cắt khi Ra = 3,2 ÷ 6,3μm và cấp chính xác 8-9; còn mẫu số là tốc độ cắt khi Ra= 1,6μm và cấp chính xác 7. Đối với dao chuốt các loại thì Ra= 0,8 ÷ 0,4μm.
2- Khi chuốt mặt ngoài có dung sai dưới 0,03mm, đoạn dao chuốt có prôphin định hình, tốc độ cắt giảm xuống tới 4-5 m/ph.
3- Với dao chuốt bằng thép XBΓ, tốc độ cắt cho trong bảng giảm đi 25 — 30%.

Bảng 5-53. *Nhóm tốc độ cắt khi chuốt thép và gang.*

Độ cứng HB	Thép						
	Cacbon và tự động	Mangan và crôm-vanađi	Crôm	Crôm-môlipđen	Crôm-silic và silic-mangan	Crôm-mangan	Crôm-silic-mangan
Tới 156	IV	-	-	-	-	-	-
>156-187	III	III	II	II		II	
>187-197	II		I		II	I	
>197-229	I	II	II	III	III	II	II
>229-269							
>269321	II	III	III		IV	III	III

Độ cứng HB	Thép						Gang	
	Niken	Crôm-niken	Crôm-mangan-môlipđen	Niken-môlipđen	Crôm-mangan-titan	Crôm-nicken-môlipđen	Xám	Rèn
Tới 156	-	-	-	-	-	-	-	I
>156-187		III					I	
>187-197	IV	II		III			II	
>197-229	III		I		II			
>229-269	III		II	II		III		
>269321	-	III	III	III	-	IV	-	

Bảng 5-54. *Lực cắt P (N) phát sinh trên 1mm chiều dài lưỡi cắt của răng dao chuốt.*

S_z mm	Vật liệu gia công								
	Thép cacbon			Thép hợp kim			Gang		
	HB ≤ 197	HB ≤ 198-299	HB > 299	HB ≤ 197	HB ≤ 198-299	HB > 299	Xám HB≤180	Xám HB>180	Rèn
0,01	65	71	85	76	85	91	55	75	63
0,02	95	105	125	126	136	158	81	89	73
0,03	123	136	161	157	169	186	104	115	94
0,04	143	158	187	184	198	218	121	134	109
0,06	177	195	232	238	255	282	151	166	134
0,08	213	235	280	280	302	335	180	200	164
0,10	247	273	325	328	354	390	207	236	192
0,12	285	315	375	378	407	450	243	268	220
0,16	324	357	425	423	457	505	273	303	250
0,18	360	398	472	471	510	560	305	336	276
0,20	395	436	520	525	565	625	334	370	302
022	427	473	562	576	620	685	360	402	326
0,25	456	503	600	620	667	738	385	427	349
0,30	495	545	650	680	730	810	421	465	376
	564	615	730	785	845	933	476	522	431

Giá trị lực cắt P được giới thiệu trong bảng dùng cho điều kiện cắt gọt bình thường:
a) Góc trước và góc sau hợp lý.
b) Độ mòn dao không vượt quá giới hạn cho phép.

9.Mài.

Xác định chế độ cắt khi mài được bắt đầu bằng việc xác định đặc điểm của dụng cụ. Việc chọn vật liệu mài cũng như cấu trúc của vật liệu mài được giới thiệu ở phần **DỤNG CỤ CẮT** (chương 4).

Các thông số công nghệ cơ bản khi mài là:

- Tốc độ quay hoặc tịnh tiến của phôi V_{ph}, (m/ph);
- Chiều sâu mài t, mm là lớp kim loại được lấy đi bằng chu vi hoặc mặt đầu của đá do chạy dao ngang sau môt lần dịch dao.
- Lượng chạy dao dọc S là lượng dịch chuyển của đá mài theo hướng đường tâm của chi tiết mài, tính bằng mm/vòng phôi khi mài tròn hoặc bằng mm / hành trình kép bàn khi mài phẳng, (bảng 5-55)
- Công suất hữu ích N (kW)

Khi mài bằng chu vi đá , chạy dao dọc:

$$N = C_N . V^{r}_{ph} . t^{x} . S^{y} . d^{q}$$

Khi mài hướng kính bằng chu vi đá:

$$N = C_N . V^{r}_{ph} . S^{y}_{p} . d^{q} . b^{Z}$$

Khi mài bằng mặt đầu đá:

$$N = C_N . V^{r}_{ph} . t^{x} . b^{Z}$$

Trong đó: d- đường kính mài, mm

b- chiều dầy mài, mm bằng chiều dài của phần phôi được mài khi mài tiến dao hướng kính và bằng kích thước ngang của bề mặt phôi khi mài bằng mặt đầu đá.

Hệ số C_N và các số mũ trong công thức tính chế độ cắt được giới thiệu ở bảng 5-56.

Bảng 5-55. *Các chế độ cắt cho các dạng mài khác nhau, mài sắc và mài bóng dụng cụ cắt.*

Vật liệu gia công	Đặc điểm quá trình mài	$V_{đm}$, (m/s)	$V_{phôi}$ (m/ph)	t , mm	S , mm/ph	S_p mm/vòng
			Mài tròn ngoài			
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Chạy dao dọc cho mỗi bước: -Thô - Tinh Chạy dao dọc cho một hành trình kép.	30-50	12-25 15-55	0,01-0,025 0,005-0,015 0,015-0,05	(0,3-0,7)B (0,2-0,4)B (0,3-0,7)B	
	Chạy dao ngang: -Thô - Tinh		30-50 20-40	-	-	0,0025-0,075 0,001-0,005
Hợp kim cứng	Chạy dao dọc -Thô - Tinh	20-30 30-50	10-20 20-30	0,0075-0,01	0,5-0,8m/ph 0,3-0,5m/ph	-
			Mài tròn trong			
Hợp kim cứng	Trên các máy bán tự động -Thô - Tinh	10-25 15-30	20-30 25-50	0,005-0,01 0,005-0,0075	0,4-0,5m/ph 0,2-0,4m/ph	-

(tiếp bảng 5-55)

Vật liệu gia công	Đặc điểm quá trình mài	$V_{đm}$, (m/s)	$V_{phôi}$ (m/ph)	t, mm	S, mm/ph	S_p mm/vòng
			Mài tròn trong			
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Trên các máy vạn năng -Thô - Tinh		20-40	0,005-0,02 0,0025-0,01	(0,4-0,7)B (0,25- 0,4)B	-
	Trên các máy bán tự động -Thô - Tinh		50-150	0,0025-0,005 0,0015-0,0025	(0,4-0,75)B (0,25-0,4)B	-
			Mài vô tâm			
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Cho bước: -Thô khi d≤20mm -Thô khi d>20mm	30-35	20-120	0,02-0,05 0,05-0,2	0,5-3,8m/ph	-
	Tinh		40-120	0,0025-0,01	1,2-2,0m/ph	
	Chạy dao ngang -Thô -Tinh		10-45 10-30	-	-	0,001-0,005
			Mài phẳng bằng chu vi đá			
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Trên các máy có bàn quay: - Thô - Tinh	30-35	20-60 40-60	0,005-0,015 0,005-0,01	(0,3-0,6)B (0,2-0,25)B	-
	Trên các máy có bàn vuông trong dạng sản xuất loạt: - Thô - Tinh		8-30 15-20	0,015-0,04 0,005-0,015	(0,4-0,7)B (0,2-0,3)B	
	Trên các máy mài dụng cụ có bàn vuông - Thô - Tinh		3-8	0,05-0,15 0,01-0,015	1,0-2,0mm/htr 1,0-1,5mm/htr	
Hợp kim cứng	Máy như trên - Thô - Tinh	20-30 25-35	4-5 2-3	0,03-0,04 0,01-0,02	0,5-1,0mm/htr 0,3-0,4mm/htr	-
			Mài sắc và mài bóng dụng cụ			
Thép dụng cụ	-Mài sắc -Mài bóng	18-25 18-32	1,0-3,0 0,5-1,5	t = 0,02 — 0,04mm/h.tr kép t = 0,005 — 0,01 mm/h.tr kép		
	-Mài bóng	15	1,0-1,5	t = 0,01 mm/h.tr kép		
Hợp kim cứng	-Mài sắc sơ bộ -Mài sắc tinh -Mài bóng*	20-25 20-30 20-30	1,5-2,0 1,0-2,0 0,1-0,7	t = 0,03 mm/h.tr kép t = 0,01 — 0,02 mm/htr kép t = 0,005 — 0,02 mm/h.tr kép		
			Mài mặt phẳng bằng mặt đầu đá.			
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Trên các máy có bàn vuông - Thô - Tinh	25-30	4-12 2-3	0,015-0,04 0,005-0,01	-	-
	Trên các máy có bàn quay chạy dao thẳng đứng sau một vòng quay của bàn - Thô - Tinh		10-40	0,15-0,03 0,005	-	

(tiếp bảng 5-55)

Vật liệu gia công	Đặc điểm quá trình mài	$V_{đm}$, (m/s)	$V_{phôi}$ (m/ph)	t, mm	S, mm/ph	S_P mm/vòng
Kim loại thông thường và thép dụng cụ	Trên các máy có bàn quay mài một lần chuyển dao có chạy dao tự động của phôi - Thô - Tinh	25-30		2-3	0,1-0,15 0,005	-

* Dụng cụ - đá mài kim cương.

1- B, chiều dầy của đá mài, mm. $V_{đm}$- vận tốc đá mài; t- chiều sâu mài; S- lượng chạy dao dọc; Sp- lượng chạy dao hướng kính

2- Để tính toán công suất khi mài tròn, nếu trị số lượng chạy dao dọc cho theo m/ph, ta tính lượng chạy dao dọc ra mm/vòng của phôi theo công thức S (mm/vòng) = S(m/ph) × πd/1000V_{ph};d - đường kính phôi, mm; V_{ph} - tốc độ vòng của phôi, m/ph.

Bảng 5-56. *Hệ số và các số mũ trong công thức tính công suất khi mài.*

Mài	Vật liệu	Đá mài		Hệ số và các số mũ					
		Độ hạt	Độ cứng	C_N	r	x	y	q	z
Mài tròn noài: -Chạy dao ngang sau một hành trình kép -Chạy dao ngang sau một hành trình -Hướng kính	*C3H*	50-40 50 40 50	CM1-CM2 CM2 CM1-C1 C1	1,3. 2,2 2,65 0,14	0,75 0,5 0,5 0,8	0,85 0,5 0,5 0,8	0,7 0,55 0,55 -	- 0,2	- 1,0
Mài tròn trong	*CH*	40	C1	0,27	0,5				
	C3	50-40 25	CM1-C1 CM1	0,36 0,3	0,35 0,35	0,4	0,4	0,3	
	Ч	40	CM1	0,81	0,55	1,0	0,7	0,3	
Mài vô tâm: -Tiến dao dọc -Tiến dao ngang	*CH*	40-25 25	C1-CT1 CM2	0,1 0,075	0,85	0,6	0,7	0,5	-
	C3	40 25	CM1-C1 CM1-C1	0,28 0,34	0,6	0,6	0,5	0,5	-
	C3H	40	CM1-C1	0,07	0,65	0,65	-	0,5	1,0
Mài phẳng bằng chu vi đá trên máy - Có bàn vuông	*CH*	50	CM2 C1 CT2	0,52 0,59 0,68	1,0	0,8	0,8	-	-
		50-40	M3-C1	0,53	0,8	0,65	0,7		-
- Có bàn tròn	*C3*	50-40	M3-CM1	0,7	0,7	0,5	0,5	-	
Mài phẳng bằng mặt đầu của đá: trên máy: - Có bàn vuông	*CH*	125 125 125	M2 C1 CT1	0,17*1 0,39*1 0,59*1	0,7	0,5	-	-	
		80-50 50	M1-CM2 M3	1,9*2 1,31*3	0,5				
- Có bàn tròn	*C3*	80-50	M1-CM2 M3	5,2*2 3,8*3	0,3	0,25	-	-	0,6
	Ч	80-50 50	CM1-CM2 CM2	4,0*2 2,6*3	0,4	0,4	-	-	0,3 0,45

*1 - Đá mài có chất dính kết bakêlit; các trường hợp còn lại là kêramit.

*2- Đá mặt đầu.

*3- Đá hình dải quạt (mảnh đá).

- *C3H* *thép tôi và thép không tôi; *C3* - thép đã qua tôi; *CH* - thép không qua tôi; *Ч*- gang.
- Vật liệu hạt mài: côrun điện- khi gia công thép; cacbôrun - khi gia công gang.

B.TRA BẢNG CHẾ ĐỘ CẮT.

1.Khái quát.

Để xác định chế độ cắt, ngoài phương pháp tính toán như đã giới thiệu ở phần trên, trong thực tế sản xuất người ta còn dùng phương pháp tra bảng để có được thông số của chế độ cắt cho từng trường hợp cụ thể.

Dưới đây giới thiệu các bảng số liệu và cách sử dụng dùng cho các phương pháp gia công cắt gọt phổ thông trên các vật liệu gia công thông thường.

Khi chọn chế độ cắt cần nhớ rằng, muốn giảm thời gian máy, thiết bị cần làm việc với khả năng công nghệ lớn nhất thông qua lượng chạy dao có thể và từ đó chọn được tốc độ cắt thích hợp.

Do ảnh hưởng của chiều sâu cắt t tới chu kỳ bền T của dao và tốc độ cắt V của dao không nhiều, nên khi gia công thô, cố gắng chọn chiều sâu cắt lớn theo khả năng để có thể hớt hết lượng dư sau một lần cắt, rút ngắn thời gian gia công cơ bản (thời gian chính).

Chế độ cắt được chọn,được đem so sánh với các số liệu của máy công cụ, kiểm tra theo công suất N_e của máy và thoả mãn điều kiện:

$$N \leq Ne$$

Trong đó: N- công suất cắt yêu cầu, kW.

Ne- công suất cắt của máy, kW.

(xác định theo thuyết minh của máy)

Nếu chế độ cắt đã chọn không thoả mãn điều kiện trên, thì phải giảm chế độ cắt sao cho thoả mãn công suất cho phép của máy.

2. Gia công trên các máy cắt đứt bằng cưa đĩa và bằng dao tiện thép gió.

Bảng 5-57. *Cắt đứt bằng cưa đĩa, lượng chạy dao S, mm.*

Chiều cao cưa tới mm	Đường kính cưa, mm		
	285 - 420	520 - 620	1030 - 1530
	Lượng chạy dao S cho một răng cưa		
25	0,08 - 0,10	0,12 - 0,14	-
50	0,07 - 0,09	0,11 - 0,13	-
100	0,06 - 0,08	0,10 - 0,12	0,14 - 0,16
150	0,05 - 0,07	0,08 - 0,10	0,13 - 0,15
200	0,04 - 0,05	0,07 - 0,09	0,10 - 0,12
300	-	-	0,08 - 0,10
400	-	-	0,07 - 0,09
500	-	-	0,06 - 0,08
+ Giá trị lượng chạy dao S lớn dùng khi cắt trên máy công suất > 8 kW; giá trị lượng chạy dao nhỏ - khi công suất máy < 8 kW.			
Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu cắt			
Giới hạn bền của vật liệu gia công σ_B, MPa	Tới 500	500 ÷ 700	>700
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,75	0,5

Bảng 5-58. Tốc độ cắt *khi cắt đứt bằng cưa đĩa thép gió P9,m/phút*

D, mm	Z	Sz, mm	Chiều cao cưa hoặc đường kính được cắt, mm									
			25		50		75		100		125	
			V	N_e	V	N_e	V	N_e	V	N_e	V	N_e
285	56	0,02	42	0,7	34	1,4	30	1,75	28	2,07	-	-
		0,05	35	1,14	28	2,26	25	2,88	23	3,37	-	-
		0,08	32	1,45	26	2,94	23	3,68	21	4,30	-	-
420	72	0,02	45	0,94	37	1,40	33	1,78	30	2,06	28	2,32
		0,05	37	1,52	30	2,24	27	2,86	25	3,36	23	3,78
		0,10	33	2,25	27	3,30	24	4,1	22	4,9	20	5,5
520	72	0,02	47	0,9	39	1,36	34	1,68	31	1,94	29	2,22
		0,05	39	1,48	32	2,18	28	2,72	26	3,22	24	3,61
		0,08	36	1,89	29	2,77	26	3,54	24	4,12	22	4,64
		0,15	32	2,65	25	3,92	23	4,91	21	5,70	19,6	6,50
620	80	0,02	47	0,96	39	1,41	34	1,76	31	2,03	30	2,4
		0,05	39	1,53	32	2,28	28	2,84	26	3,33	24	3,76
		0,08	37	2,03	30	3,0	26	3,66	24	4,30	22	4,84
		0,15	32	2,76	26	4,06	23	5,12	21	5,95	19,8	6,8
830	120	0,02	49	1,07	40	1,57	35	1,96	32	2,28	30	2,6
		0,05	40	1,71	33	2,56	29	3,19	27	3,78	25	4,27
		0,08	37	2,21	30	3,24	27	4,13	25	4,88	23	5,47
		0,15	33	2,98	27	4,57	23	5,56	22	6,8	20	7,55
1030	120	0,02	-	-	40	1,87	35	2,36	32	2,76	30	3,13
		0,05	-	-	33	3,06	29	3,84	27	4,5	25	7,8
		0,08	-	-	30	3,9	27	4,95	25	5,83	23	6,59
		0,15	-	-	27	5,48	24	6,95	22	8,1	20	9,08

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt theo chu kỳ bền T của cưa.

Chu kỳ bền T của cưa, ph	500	750	1000	1200	1500
Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt V và cho công suất N	1,15	1,05	1,0	0,95	0,92

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu gia công.

Vật liệu gia công	Cơ tính		Hệ số điều chỉnh
	HB	σ_B, MPa	
Thép cacbon chứa C ≤ 0,6%	138 - 169	500 ÷ 600	1,16
	169 - 200	600 ÷ 700	1,00
	200 - 231	700 ÷ 800	0,88
	231 - 262	800 ÷ 900	0,79
Thép cacbon chứa C > 0,6%	169 - 200	600 ÷ 700	0,80
	200 - 231	700 ÷ 800	0,70
	231 - 262	800 ÷ 900	0,63
Thép crôm	146 - 174	500 ÷ 600	1,16
	174 - 203	600 ÷ 700	0,92
	203 - 230	700 ÷ 800	0,75
	230 -260	800 ÷ 900	0,62
Thép mangan	146 - 174	500 ÷ 600	0,96
	174 - 203	600 ÷ 700	0,81
	203 - 230	700 ÷ 800	0,70
	230 -260	800 ÷ 900	0,61
Thép niken	146 - 174	500 ÷ 600	1,19
	174 - 203	600 ÷ 700	1,01
	203 - 230	700 ÷ 800	0,88
	230 -260	800 ÷ 900	0,77

(tiếp bảng 5-58)

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu gia công.			
Vật liệu gia công	Cơ tính		Hệ số điều chỉnh
	HB	σ_B, MPa	
Thép crôm - niken	146 - 174	500 ÷ 600	1,17
	174 - 203	600 ÷ 700	0,95
	203 - 230	700 ÷ 800	0,79
	230 -260	800 ÷ 900	0,69
Thép crôm - môlipđen	174 - 203	600 ÷ 700	0,75
	203 - 230	700 ÷ 800	0,66
	230 -260	800 ÷ 900	0,58
Thép crôm - niken - vonphram	174 - 203	600 ÷ 700	0,81
	203 - 230	700 ÷ 800	0,70
	230 -260	800 ÷ 900	0,61
Thép dụng cụ (hợp kim và thép gió)	174 - 203	600 ÷ 700	0,60
	203 - 230	700 ÷ 800	0,53
	230 -260	800 ÷ 900	0,46
Thép ostênit	175 - 225	700 ÷ 800	0,35
D- đường kính cưa đĩa; V- tốc độ cắt; Nc - công suất cắt; Z - số răng của cưa đĩa; Sz- lượng chạy dao răng			

Bảng 5-59. *Gia công trên máy cắt bằng dao tiện thép gió.*

Lượng chạy dao S, mm/vòng					
Đường kính phôi D, mm	Chiều dầy dao B, mm	S, mm/vòng	Đường kính phôi D, mm	Chiều dầy dao B, mm	S, mm/vòng
10	2	0,03 — 0,05	60	5	0,13 — 0,16
15	2	0,07 — 0,09	80	5	0,13 — 0,16
20	3	0,10 — 0,14	100	6 7	0,16 — 0,18
35	3	0,12 — 0,15			

Tốc độ cắt V, m/phút			
S, mm/vòng	V, m/phút	S, mm/vòng	V, m/phút
0,04	61	0,10	39
0,06	55	0,15	30
0,08	46	0,18	27

Giá trị lượng chạy dao S lớn dùng để gia công thép có $\sigma_B \leq 600$ MPa; S nhỏ dùng khi $\sigma_B > 600$ MPa.

Các hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt V

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao tiện				
Chu kỳ bền T, ph	90	120	150	240
Hệ số điều chỉnh	1,08	1,0	0,95	0,86

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của vật liệu gia công			
Vật liệu gia công	Cơ tính		Hệ số điều chỉnh
	HB	σ_B , MPa	
Thép cacbon có chứa C ≤ 0,6%	107 — 138	400 ÷ 500	1,71
	138 — 169	500 ÷ 600	1,31
	169 — 200	600 ÷ 700	1,00
	200 — 231	700 ÷ 800	0,78
	231 — 262	800 ÷ 900	0,63
Thép cacbon có chứa C > 0,6%	169 — 200	600 ÷ 700	0,80
	200 — 231	700 ÷ 800	0,62
	231 — 262	800 ÷ 900	0,50
Thép crôm	146 — 174	500 ÷ 600	1,12
	174 — 203	600 ÷ 700	0,85
	203 230	700 ÷ 800	0,66
	230 — 260	800 ÷ 900	0,53

(tiếp bảng 5-59)

Vật liệu gia công	Cơ tính		Hệ số điều chỉnh
	HB	σ_B, MPa	
Thép mangan	146 — 174	500 ÷ 600	0,97
	174 — 203	600 ÷ 700	0,74
	203 — 230	700 ÷ 800	0,62
	230 — 260	800 ÷ 900	0,50
Thép niken	146 — 174	500 ÷ 600	1,21
	174 — 203	600 ÷ 700	0,93
	203 — 230	700 ÷ 800	0,78
	230 — 260	800 ÷ 900	0,62
Thép crôm - niken	146 — 174	500 ÷ 600	1,15
	174 — 203	600 ÷ 700	0,88
	203 — 230	700 ÷ 800	0,74
	230 — 260	800 ÷ 900	0,54
Thép crôm - môlipden	174 — 203	600 ÷ 700	0,73
	203 — 230	700 ÷ 800	0,62
	230 — 260	800 ÷ 900	0,53
Thép crôm - niken - vonfram	174 — 203	600 ÷ 700	0,74
	203 — 230	700 ÷ 800	0,62
	230 — 260	800 ÷ 900	0,50
Thép dụng cụ (hợp kim, thép gió)	174 — 203	600 ÷ 700	0,55
	203 — 230	700 ÷ 800	0,46
	230 — 260	800 ÷ 900	0,40

3. Tiện.

a) Tiện gang và hợp kim đồng bằng dao thép gió và dao hợp kim cứng.

Bảng 5-60. *Lượng chạy dao S khi tiện ngoài thô, mm/vòng.*

Vật liệu gia công	Kích thước dao tiện, mm	Đường kính chi tiết, mm	Dao tiện gắn hợp kim cứng					Dao tiện thép gió		
			Chiều sâu cắt t, mm tới							
			3	5	8	12	> 12	3	5	8
			Lượng chạy dao S, mm/vòng							
Thép cacbon và thép hợp kim	16 x 25	20	0,3-0,4	-	-	-	-	0,3-0,4	-	-
		40	0,4-0,5	0,3-0,4	-	-	-	0,4-0,6	-	-
		60	0,5-0,7	0,4-0,6	0,3-0,5	-	-	0,6-0,8	0,5-0,7	0,4-0,6
		100	0,6-0,9	0,5-0,7	0,5-0,6	0,4-0,5	-	0,7-1,0	0,6-0,9	0,6-0,8
		400	0,8-1,2	0,7-1,0	0,6-0,8	0,5-0,6	-	1,0-1,3	0,9-1,1	0,8-1,0
	20 x 30 25 x 25	20	0,3-0,4	-	-	-	-	0,3-0,4	-	-
		40	0,4-0,5	0,3-0,4	-	-	-	0,4-0,6	-	-
		60	0,6-0,7	0,5-0,7	0,4-0,6	-	-	0,7-0,8	0,6-0,8	-
		100	0,8-1,0	0,7-0,9	0,5-0,7	0,4-0,7	-	0,9-1,1	0,8-1,0	0,7-0,9
		600	1,2-1,4	1,0-1,2	0,8-1,0	0,6-0,9	0,4-0,6	1,2-1,4	1,1-1,4	1,0-1,2
	25 x 40	60	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-	-	-	-
		100	0,8-1,2	0,7-1,1	0,6-0,9	0,5-0,8	-	-	-	-
		1000	1,2-1,5	1,1-1,5	0,9-1,2	0,8-1,0	0,7-0,8	-	-	-
	30 x45 40 x60	500	1,1-1,4	1,1-1,4	1,0-1,2	0,8-1,2	0,7-1,1	-	-	-
		2500	1,3-2,0	1,3-1,8	1,2-1,6	1,1-1,5	1,0-1,5	-	-	-

(tiếp bảng 5-60).

Vật liệu gia công	Kích thước dao tiện, mm	Đường kính chi tiết, mm	Dao tiện gắn hợp kim cứng					Dao tiện thép gió		
			Chiều sâu cắt t, mm tới							
			3	5	8	12	> 12	3	5	8
			Lượng chạy dao S, mm/vòng							
Gang và hợp kim đồng	16 x 25	40	0,4-0,5	-	-	-	-	0,4-0,5	-	-
		60	0,6-0,8	0,5-0,8	0,4-0,6	-	-	0,6-0,8	0,5-0,8	0,4-0,6
		100	0,8-1,2	0,7-1,0	0,6-0,8	0,5-0,7	-	0,8-1,2	0,7-1,1	0,6-0,8
		400	1,0-1,4	1,0-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8	-	1,0-1,4	1,0-1,2	0,8-1,0
	20 x 30 25 x 25	40	0,4-0,5	-	-	-	-	0,4-0,5	-	-
		60	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-	0,6-0,9	0,5-0,8	0,4-0,7
		100	0,9-1,3	0,8-1,2	0,7-1,0	0,5-0,8	-	0,9-1,3	0,8-1,2	0,7-1,0
		600	1,2-1,8	1,2-1,6	1,0-1,3	0,9-1,1	0,7-0,9	1,2-1,8	1,2-1,6	1,1-1,4
	25 x 40	60	0,6-0,8	0,5-0,8	0,4-0,7	-	-	0,6-0,8	0,5-0,8	0,4-0,7
		100	1,0-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,9	-	1,2-1,4	0,9-1,2	0,8-1,0
		1000	1,5-2,0	1,2-1,8	1,0-1,4	1,0-1,2	0,8-1,0	1,5-2,0	1,2-1,8	1,0-1,4
	30 x45 40 x60	500	1,4-1,8	1,2-1,6	1,0-1,4	1,0-1,3	0,9-1,2	-	-	-
		2500	1,6-2,4	1,6-2,0	1,4-1,8	1,3-1,7	1,2-1,7	-	-	-
Khi gia công các bề mặt gián đoạn, có va chạm thì giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng nhân với hệ số k = 0,75 -- 0,85.										

Bảng 5-61. *Lượng chạy dao S khi tiện trong thô, mm/vòng.*

Kích thước dao hoặc trục dao, mm		Phần chìa ra của dao, mm	Vật liệu gia công							
			Thép và thép đúc				Gang, hợp kim đồng			
			Chiều sâu cắt t, mm tới							
			2	3	5	8	2	3	5	8
			Lượng chạy dao S, mm/vòng							
d	10	50	0,08	-	-	-	0,12-0,16	-	-	-
	12	60	0,10	0,08	-	-	0,12-0,2	0,12-0,15	-	-
	16	80	0,1-0,2	0,15	0,1	-	0,2-0,3	0,15-0,25	0,1-0,18	-
	20	100	0,15-0,3	0,15-0,25	0,12	-	0,3-0,4	0,25-0,35	0,12-0,25	-
	25	125	0,25-0,5	0,15-0,4	0,12-0,2	-	0,4-0,6	0,3-0,5	0,25-0,35	-
	30	150	0,4-0,7	0,2-0,5	0,12-0,3	-	0,5-0,8	0,4-0,6	0,25-0,45	-
	40	200	-	0,25-0,6	0,15-0,4	-	-	0,6-0,8	0,3-0,6	-
B	40x40	150	-	0,6-0,1	0,5-0,7	-	-	0,7-1,2	0,5-0,9	0,4-0,5
		300	-	0,4-0,7	0,3-0,6	-	-	0,6-0,9	0,4-0,7	0,3-0,4
	60x60	150	-	0,9-1,2	0,8-1,0	0,6-0,8	-	1,0-1,5	0,8-1,2	0,6-0,9
		300	-	0,7-1,0	0,5-0,8	0,4-0,7	-	0,9-1,2	0,7-0,9	0,5-0,7
	75x75	300	-	0,9-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9	-	1,1-1,6	0,9-1,3	0,7-1,0
		500	-	0,7-1,0	0,6-0,9	0,5-0,7	-	-	0,7-1,1	0,6-0,8
		800	-	-	0,4-0,7	-	-	-	0,6-0,8	-

(tiếp bảng 5-61)

L mm	Vật liệu gia công									
	Thép và thép đúc					Gang				
	Chiều sâu cắt t, mm tới									
	3	5	8	12	20	3	5	8	12	20
	Lượng chạy dao S, mm/vòng									
200	1,3-17	1,2-1,5	1,1-1,3	0,9-1,2	0,8-1,0	1,5-2,0	1,4-2,0	1,2-1,6	1,0-1,4	0,9-1,2
300	1,2-1,4	1,0-1,3	0,9-1,1	0,8-1,0	0,6-0,8	1,4-1,8	1,2-1,7	1,0-1,3	0,8-1,1	0,7-0,9
500	1,0-1,2	0,9-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7	0,5-0,6	1,2-1,6	1,1-1,5	0,8-1,1	0,7-0,9	0,6-0,7
700	0,18-1	0,7-0,8	0,5-0,6	-	-	1,0-1,4	0,9-1,2	0,7-0,9	-	-

d- đường kính tiết diện tròn của dao; B- tiết diện dao; L- phần chìa ra của dao khi tiện trong.
1- Lượng chạy dao S lớn dùng khi chiều sâu cắt t nhỏ để gia công vật liệu có độ bền nhỏ, còn lượng chạy dao S nhỏ dùng cho chiều sâu cắt t lớn để gia công các vật liệu có độ cứng lớn.
2- Khi gia công các bề mặt gián đoạn (gây va đập) giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng được nhân với hệ số k = 0,75 ÷ 0,85.

Bảng 5-62. *Lượng chạy dao S khi tiện tinh.*

Độ nhám bề mặt	Vật liệu gia công	Góc nghiêng phụ φ^0_1	Khoảng tốc độ cắt V, m/ph	Bán kính đỉnh dao r, mm		
				0,5	1,0	2,0
				Lượng chạy dao S, mm/vòng		
Rz80	Thép và gang	5	Tất cả các tốc độ	-	1,0-1,1	1,3-1,5
		10		-	0,8-0,9	1,0-1,1
		15		-	0,7-0,8	0,9-1,0
Rz40	Thép và gang	5	Tất cả các tốc độ	-	0,55-0,7	0,7-0,85
		10-15		-	0,45-0,6	0,6-0,7
Rz20	Thép	5	< 50	0,22-0,3	0,25-0,35	0,3-0,45
			50-100	0,28-0,35	0,35-0,4	0,4-0,55
			> 100	0,35-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6
		10-15	< 50	0,18-0,25	0,25-0,3	0,3-0,4
			50-100	0,25-0,3	0,3-0,35	0,35-0,5
			> 100	0,3-0,35	0,35-0,5	0,5-0,55
	Gang	5	Tất cả các tốc độ	-	0,3-0,5	0,45-0,65
		10-15		-	0,25-0,4	0,4-0,6
Ra2,5	Thép	> 5	30-50	-	0,11-0,15	0,14-0,22
			50-80	-	0,14-0,20	0,17-0,25
			80-100	-	0,16-0,25	0,23-0,35
			100-130	-	0,2-0,3	0,25-0,39
			> 130	-	0,25-0,3	0,35-0,39
	Gang	> 5	Tất cả các tốc độ	-	0,15-0,25	0,2-0,35
Ra 1,25	Thép	> 5	100-110	-	0,12-0,15	0,14-0,17
			110-130	-	0,13-0,18	0,17-0,23
			> 130	-	0,17-0,20	0,21-0,27

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính lượng chạy dao.				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ bền của vật liệu gia công				
σ_B, MPa của vật liệu gia công	Tới 500	500÷700	700÷900	900÷1100
Hệ số điều chỉnh	0,7	0,75	1,0	1,25

Bảng 5-63. *Tốc độ cắt V khi tiện ngoài, tiện trong thép cacbon bằng dao tiện thép gió có dung dịch nhờn lạnh.*

Chiều sâu cắt t,mm	Lượng chạy dao S, mm/vòng								
1,4	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1,0	1,3	-
3,0	-	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1,0	1,3
6,0	-	-	0,16	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76	1,0
12	-	-	-	-	0,26	0,34	0,44	0,58	0,76
Đặc điểm gia công	Tốc độ cắt V, m/ph								
Tiện dọc ngoài	106	89	75	62	52	44	37	31	26
Tiện trong	96	80	67	56	47	39	33	28	23
Tiện ngang	130	109	91	77	64	54	45	38	32

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và cơ tính của thép

σ_B, MPa	400	480	550	650	750	860	980	1150
HB	111 - 123	127 - 146	147 - 169	170 - 200	201 - 228	229 - 266	267 - 306	307 - 359
Nhóm thép	Hệ số điều chỉnh							
Tự động (calip)	3,3	2,62	2,01	1,54	1,2	0,92	-	-
Thép cacbon C ≤ 0,6% và thép niken	2,2	2,2	1,67	1,28	1,0	0,77	0,59	0,46
Thép crôm-niken	2,07	1,75	1,4	1,11	0,9	0,72	0,57	0,46
Nhóm thép	Hệ số điều chỉnh							
Thép cacbon khó gia công(C>0,6%);thép crôm; thép crôm-niken; thép crôm-niken-vonfram	2,19	1,74	1,34	1,02	0,8	0,62	0,47	0,37
Thép crôm-mangan; thép crôm-silic; thép crôm-silic-mangan;	1,66	1,36	1,08	0,86	0,7	0,56	0,44	0,36

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao

Chu kỳ bền T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,09	1,04	1,0	0,95	0,92	0,87

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính của dao

Góc nghiêng chính φ^0	45	60	90
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,85	0,65

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tình trạng bề mặt phôi

Tình trạng bề mặt phôi	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng	
	Cán hoặc rèn	Cán	Rèn
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dung dịch trơn nguội.

Điều kiện làm việc	Có trơn nguội	Không trơn nguội
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Bảng 5-64. *Tốc độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong thép cacbon; thép hợp kim và thép đúc bằng dao tiện hợp kim cứng T15K6.*

σ_{kt}, MPa								Lượng chạy dao S, mm/vòng										
460	520	580	660	750	850	950	> 950											
Chiều sâu cắt t, mm																		
1,4	-	-	-	-	-	-	-	0,25	0,54	0,97	1,27	1,65	2,15	-	-	-	-	-
3	1,4	-	-	-	-	-	-	0,14	0,38	0,75	0,97	1,27	1,65	-	-	-	-	-
7	3	1,4	-	-	-	-	-	-	0,25	0,54	0,75	0,97	1,27	2,15	-	-	-	-
15	7	3	1,4	-	-	-	-	-	0,14	0,38	0,54	0,75	0,97	1,65	2,15	-	-	-
-	15	7	3	1,4	-	-	-	-	-	0,25	0,38	0,54	0,75	1,27	1,65	-	-	-
-	-	15	7	3	1,4	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,54	0,97	1,27	2,15	-	-
-	-	-	15	7	3	1,4	-	-	-	-	0,14	0,25	0,38	0,75	0,97	1,65	2,15	-
-	-	-	-	15	7	3	1,4	-	-	-	-	0,14	0,25	0,54	0,75	1,27	1,65	-
-	-	-	-	-	15	7	3	-	-	-	-	-	0,14	0,38	0,54	0,97	1,27	2,15
-	-	-	-	-	-	15	7	-	-	-	-	-	-	0,25	0,38	0,75	0,97	1,65
-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-	0,14	0,25	0,54	0,75	1,27
Đặc điểm gia công								Tốc độ cắt V, m/ph										
Tiện dọc ngoài								417	330	260	231	205	182	144	128	101	90	71
Tiện trong (tới D = 500mm)								378	229	236	209	186	165	130	116	92	82	64
Tiện ngang (khoả mặt đầu)								518	409	323	287	255	227	188	159	126	111	88

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Chu kỳ bền của dao T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,80

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^0	45	60	90
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,92	0,82

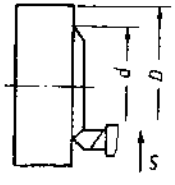
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt phôi

Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng	
		Đúc	Đúc bản
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,80 — 0,85	0,5 — 0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác hợp kim cứng của dao

Mác hợp kim cứng	T14K8	T15K6*	T15K6T	T30K4
Hệ số điều chỉnh	0,8	1,0	1,15	1,4

* dùng để gia công phôi có vỏ cứng khi chiều sâu cắt nhỏ



Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tỷ số các đường kính khi tiện ngang

Tỷ số đường kính D: d	0 — 0,4	0,5 — 0,7	0,8 — 1,0
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,96	0,85

Bảng 5-65. *Tốc độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong gang xám bằng dao tiện hợp kim cứng BK8.*

HB của gang						Lượng chạy dao S, mm/vòng												
150 - 164	165 - 181	182 - 199	200 - 219	220 - 241	242 - 265													
Chiều sâu cắt t, mm																		
0,8	-	-	-	-	-	0,23	0,56	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	0,8	-	-	-	-	0,14	0,42	0,75	1,0	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,8	0,8	-	-	-	-	0,23	0,56	0,75	1,0	1,8	2,5	3,3	-	-	-	-	-
9	4	1,8	0,8	-	-	-	0,14	0,42	0,56	0,75	1,3	1,8	2,5	3,3	-	-	-	-
20	9	4	1,8	0,8	-	-	-	0,23	0,42	0,56	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	-	-	-
-	20	9	4	1,8	0,8	-	-	0,14	0,23	0,42	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	3,3	-	-
-	-	20	9	4	1,8	-	-	-	0,14	0,23	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,5	-	-
-	-	-	20	9	4	-	-	-	-	0,14	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	3,3	-
-	-	-	-	20	9	-	-	-	-	-	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	2,5	3,3
-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	0,14	0,23	0,42	0,56	0,75	1,0	1,8	2,5
Đặc điểm gia công											Tốc độ cắt V, m/ph							
Tiện tròn ngoài						250	197	156	138	123	97	87	77	68	61	54	43	38
Tiện trong (tới D = 500mm)						225	177	140	124	110	87	78	69	62	55	48	38	34
Tiện khoả mặt đầu						314	248	195	174	154	122	108	96	86	76	68	53	47

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao						
Chukỳ bền của dao T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,80

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính		
Góc nghiêng chính φ^0	45	60	90
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,87	0,72

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt phôi			
Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng	
		Đúc	Đúc bản
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,80 — 0,85	0,5 — 0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác hợp kim cứng của dao				
Mác hợp kim cứng	BK6	BK8	BK3	BK2
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,83	1,15	1,2-1,25

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tỷ số các đường kính khi tiện ngang (khoả mặt đầu) cho trong bảng 5-64.

Bảng 5-66. *Tốc độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong hợp kim đồng bằng dao tiện thép gió*

Chiều sâu cắt t, mm	Lượng chạy dao S, mm/vòng										
0,7 - 1,7	0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	-
1,8 - 4,5	0,19	0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0
4,6 - 12	0,12	0,19	0,24	0,31	0,39	0,49	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6
Đặc điểm gia công	**Tốc độ cắt V, m/ph**										
Tiện dọc ngoài	134	119	106	94	84	75	66	59	52	49	41
Tiện trong (tới D=500mm)	120	107	96	85	75	67	60	53	47	42	37
Tiện ngang (khoả mặt)	165	146	130	116	103	92	92	72	64	57	51

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính vận tốc cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao						
Chukỳ bền của dao T, ph	30	60	90	120	150	240
Hệ số điều chỉnh	1,16	1,0	0,91	0,84	0,80	0,73

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính		
Góc nghiêng chính φ^0	60	90
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt phôi

Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng đúc
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tỷ số các đường kính khi tiện ngang (khoả mặt đầu) cho trong bảng 5-64.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác hợp kim đồng xem "Mác hợp kim đồng, các đặc tính của chúng theo độ cứng và tính gia công" cho ở phần sau.

Bản 5-67. *Công suất cắt yêu cầu N khi tiện ngoài, tiện trong thép bằng dao tiện thép gió.*

σ_B, MPa Thép HB			Lượng chạy dao S, mm/vòng							
400-660 114-189	670-840 190-240	850-1060 241-303								
Chiều sâu cắt t, mm										
2,4	-	-	0,75	1,2	-	-	-	-	-	-
2,8	2,4	-	0,6	0,96	1,5	-	-	-	-	-
3,4	2,8	2,4	0,47	0,75	1,2	-	-	-	-	-
4,0	3,4	2,8	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-	-	-
4,8	4,0	3,4	0,3	0,47	0,75	1,2	-	-	-	-
5,7	4,8	4,0	-	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-	-
6,8	5,7	4,8	-	0,3	0,47	0,75	1,2	-	-	-
8,0	6,8	5,7	-	-	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-
9,7	8,0	6,8	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	-	-
11,5	9,7	8,0	-	-	-	0,37	0,6	0,96	1,5	-
14	11,5	9,7	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,5
-	14	11,5	-	-	-	-	0,37	0,6	0,96	1,2
-	-	14	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	0,96
Tốc độ cắt V, m/ph						Công suất cắt N , kW				
7,7			-	-	-	1,0	1,4	2,0	2,9	3,4
11			-	-	1,0	1,4	2,0	2,9	4,1	4,9
15			-	1,0	1,4	2,0	2,9	4,1	5,8	7,0
22			1,0	1,4	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	10
32			1,4	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	14
45			2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	20
54			2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	24

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính công suất N Phụ thuộc vào góc nghiêng chính		
Góc nghiêng chính φ^0	45 — 90	20 — 30
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1 — 1,15

Khi gia công đồng thời bằng nhiều dao, thì công suất cắt bằng tổng công các công suất cắt của các dao.

Bảng 5-68. *Công suất cắt yêu cầu N khi tiện ngoài, tiện trong thép bằng dao tiện hợp kim cứng..*

σ_B, MPa Thép HB			Lượng chạy dao S, mm/vòng										
< 580	580 - 970	> 970											
< 165	166 - 217	> 217											
Chiều sâu cắt t, mm													
2,0	-	-	0,47	0,75	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-
2,4	2,0	-	0,37	0,6	0,96	1,9	-	-	-	-	-	-	-
2,8	2,4	2,0	0,3	0,47	0,75	1,5	-	-	-	-	-	-	-
3,4	2,8	2,4	0,25	0,37	0,6	1,2	1,9	-	-	-	-	-	-
4,0	3,4	2,8	-	0,3	0,47	0,96	1,5	-	-	-	-	-	-
4,8	4,0	3,4	-	0,25	0,37	0,75	1,2	1,9	-	-	-	-	-
5,7	4,8	4,0	-	-	0,3	0,6	0,96	1,5	-	-	-	-	-
6,8	5,7	4,8	-	-	0,25	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-	-	-
8,0	6,8	5,7	-	-	-	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-	-	-
9,7	8,0	6,8	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-	-
11,5	9,7	8,0	-	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-	-
14,0	11,5	9,7	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-
16,5	14,0	11,5	-	-	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	-	-
20	16,5	14,0	-	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-
-	20	16,5	-	-	-	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	-
-	-	20	-	-	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9
Tốc độ cắt V, m/ph			Công suất cắt N , kW										
16			-	-	-	1,4	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17
20			-	-	1,0	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20
24			-	-	1,2	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24
30			-	1,0	1,4	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29
37			-	1,2	1,7	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34
46			1,0	1,4	2,0	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	-
57			1,2	1,7	2,4	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34	-
70			1,4	2,0	2,9	4,9	7,0	10	14	20	29	-	-
86			1,7	2,4	3,4	5,8	8,3	12	17	24	34	-	-
106			2,0	2,9	4,1	7,0	10	14	20	29	-	-	-
131			2,4	3,4	4,9	8,3	12	17	24	34	-	-	-
162			2,9	4,1	5,8	10	14	20	29	-	-	-	-
200			3,4	4,9	7,0	12	17	24	34	-	-	-	-
245			4,1	5,8	8,3	14	20	29	-	-	-	-	-
300			4,9	7,0	10	17	24	34	-	-	-	-	-
370			5,8	8,3	12	20	29	-	-	-	-	-	-
460			7,0	10	14	24	34	-	-	-	-	-	-
570			8,3	12	17	29	-	-	-	-	-	-	-

(tiếp bảng 5-68)

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính công suất Phụ thuộc vào góc trước và góc nghiêng chính			
Góc trước γ^0	+ 10		- 10
Góc nghiêng chính φ^0	45 — 90	20 — 30	45 — 90
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1 — 1,15	1,2
Khi gia công đồng thời bằng nhiều dao, thì công suất cắt bằng tổng công các công suất cắt của các dao.			

Bảng 5-69. *Công suất cắt yêu cầu N khi tiện ngoài, tiện trong gang xám bằng dao tiện hợp kim cứng..*

Gang xám HB 160 - 245	Lượng chạy dao S, mm/vòng									
Chiều sâu cắt t, mm										
2,8	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5	-	-	-	-	-
3,4	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-	-	-	-
4,0	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5	-	-	-	-
4,8	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-	-	-
5,7	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5	-	-	-
6,8	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-	-
8,0	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5	-	-
9,7	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-	-
11,5	-	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5	-
14,0	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9	-
16,5	-	-	-	-	0,25	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5
20	-	-	-	-	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,9
Tốc độ cắt V, m/ph	Công suất cắt N , kW									
24	-	-	-	1,2	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10
35	-	-	1,2	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14
49	1,2	1,2	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20
70	2,0	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29
120		2,9	4,1	5,8	8,3	12,0	17	24	34	-
170	2,9	4,1	5,8	8,3	12,0	17,0	24	34	-	-
240	4,1	5,8	8,3	12,0	17,0	24	34	-	-	-
290	4,9	7,0	10,0	14,0	20,0	29	-	-	-	-

1- Công suất cắt N cho trong bảng dùng khi gia công bằng dao có góc nghiêng chính $\varphi^0 = 45 - 90^0$; khi dao có góc nghiêng chính $\varphi^0 = 20 - 30^0$ thì giá trị N cho trong bảng nhân với $k = 1,1 \div 1,5$

2- Khi gia công đồng thời bằng nhiều dao, thì công suất cắt bằng tổng công các công suất cắt của các dao.

Bảng 5-70. *Công suất cắt yêu cầu N khi tiện ngoài và tiện trong hợp kim đồng bằng dao tiện thép gió*

Chiều sâu cắt t, mm	Lượng chạy dao S, mm/vòng															
2,0	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-	-	-	-	-
2,4	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-	-	-	-
2,9	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-	-	-
3,5	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-	-
4,1	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-	-
4,9	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-	-
5,9	-	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0	-
7,0	-	-	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5	2,0
8,4	-	-	-	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2	1,5
10	-	-	-	-	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9	1,2
12	-	-	-	-	-	-	-	0,10	0,13	0,18	0,23	0,3	0,4	0,52	0,68	0,9
Tốc độ cắt V, m/ph	Công suất cắt N , kW															
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2
34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7
49	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8
70	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4
99	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,5	7,7
141	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,5	7,7	9,3	11
202	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,5	7,7	9,3	11	13,2	15,7
287	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,5	7,7	9,3	11	13,2	15,7	-	-
409	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,5	7,7	9,3	11	13,2	15,7	-	-	-	-
490	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,3	11	13,2	15,7	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính công suất
Phụ thuộc vào nhóm hợp kim đồng

Nhóm hợp kim đồng	Không đồng nhất pha		Chỉ trên nền cấu trúc không đồng pha	Có chì < 10% trên nền cấu trúc không đồng pha	Đồng nhất	Đồng đỏ	Có chì > 15%
	Cứng	Cứng trung bình					
Hệ số điều chỉnh	0,75	1,0	0,62	0,65 — 0,70	1,8 — 2,2	1,7 — 2,1	0,25 — 0,45

Bảng 5-71. *Chế độ cắt khi tiện định hình thép cacbon (σ_B = 750 MPa) bằng dao tiện thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

Chiều dầy B, mm	Đường kính gia công D, mm							
	10	15	20	25	30	40	50	60 — 100
	Lượng chạy dao S, mm/vòng							
8	0,02 — 0,04	0,02 — 0,06	0,03 — 0,08	0,04 — 0,09	0,04 — 0,09	0,04 — 0,09	0,04 — 0,09	0,04 — 0,09
10	0,015 — 0,035	0,02 — 0,05	0,03 — 0,07	0,04 — 0,085	0,04 — 0,085	0,04 — 0,085	0,04 — 0,085	0,04 — 0,085
15	0,01 — 0,03	0,02 — 0,04	0,02 — 0,055	0,035 — 0,075	0,04 — 0,08	0,04 — 0,08	0,04 — 0,08	0,04 — 0,08
20	0,01 — 0,025	0,015 — 0,035	0,02 — 0,05	0,03 — 0,06	0,035 — 0,07	0,04 — 0,08	0,04 — 0,08	0,04 — 0,08
30	0,01 — 0,02	0,01 — 0,03	0,02 — 0,04	0,025 — 0,045	0,02 — 0,055	0,035 — 0,07	0,035 — 0,07	0,035 — 0,07
40	-	0,01 — 0,025	0,015 — 0,035	0,02 — 0,04	0,02 — 0,045	0,03 — 0,06	0,03 — 0,06	0,03 — 0,06
50	-	-	0,01 — 0,03	0,015 — 0,035	0,02 — 0,04	0,02 5— 0,055	0,02 5— 0,055	0,02 5— 0,055
60	-	-	0,01 — 0,025	0,015 — 0,03	0,02 — 0,035	0,025 — 0,05	0,025 — 0,05	0,025 — 0,05
80	-	-	-	-	0,015 — 0,03	0,02 — 0,04	0,025 — 0,05	0,025 — 0,05
100	-	-	-	-	0,01 — 0,025	0,015 — 0,035	0,02 — 0,04	0,025 — 0,05

Chế độ cắt										
Lượng chạy dao S, mm/vòng	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,10
Tốc độ cắt V, m/ph	54	38	31	27	24	22	20	19	18	17
Công suất cắt N, kW (khi chiều dầy B = 10mm)	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11

1- Lượng chạy dao S nhỏ dùng khi prôphin phức tạp và kim loại cứng; lượng chạy dao S lớn dùng trong trường hợp ngược lại.
2- Tốc độ cắt V giữ nguyên không phụ thuộc vào chiều dầy dao B.
3- Muốn xác định công suất cắt yêu cầu N, giá trị công suất cắt trong bảng cần phải nhân với chiều dầy B của dao, theo mm
4- Các hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt, phụ thuộc vào nhóm và cơ tính của thép cho trong bảng 5-63.

b) Tiện rãnh và tiện đứt.

Bảng 5-72. *Lượng chạy dao S, mm/vòng.*

Loại máy	Đường kính gia công D, mm	Chiều dầy dao B, mm	Vật liệu gia công: Thép và thép đúc, $\sigma_B \le 800$MPa	Thép và thép đúc, $\sigma_B > 800$MPa	Gang
			Lượng chạy dao S, mm/vòng.		
Máy tiện thông thường	20	3	0,08 - 0,1	0,06 - 0,08	0,11 - 0,14
	30	3	0,01 - 0,12	0,08 - 0,10	0,13 - 0,16
	40	3 - 4	0,12 - 0,14	0,10 - 0,12	0,16 - 0,19
	60	4 - 5	0,15 - 0,18	0,13 - 0,16	0,20 - 0,24
	100	5 - 6	0,18 - 0,20	0,16 - 0,18	0,24 - 0,27
		7 - 8	0,22 - 0,25	0,20 - 0,23	0,28 - 0,32
	150	6 - 8	0,20 - 0,25	0,18 - 0,22	0,30 - 0,35
		8 - 10	0,25 - 0,3	0,22 - 0,26	0,35 - 0,40
	250	10 - 12	0,30 - 0,35	0,28 - 0,32	0,40 - 0,45
		12 - 15	0,35 - 0,40	0,32 - 0,36	0,45 - 0,55
Máy tiện đứng	2500	10 - 12	0,40 - 0,45	0,35 - 0,40	0,55 - 0,65
		12 - 15	0,50 - 0,55	0,40 - 0,45	0,55 - 0,60
		16 - 20	0,60 - 0,70	0,45 - 0,60	0,60 - 0,70

Khi cắt đứt các vật liệu đặc (trên máy tiện ren vít thông thường), khi dao tiến dần vào tâm chi tiết (khoảng 0,5 bán kính) thì lượng chạy dao trong bảng phải giảm đi 40 - 50% so với lượng chạy dao ban đầu.
Cắt vật liệu đặc được dùng cho các chi tiết có đường kính D < 60mm.

Bảng 5-73a. *Tốc độ cắt V khi tiện rãnh và tiện đứt thép, bằng dao tiện thép gió.*

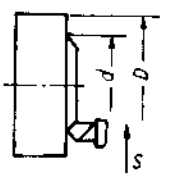
Lượng chạy dao S, mm/vòng.											
0,07	0,08	0,10	0,13	0,16	0,2	0,25	0,31	0,39	0,49	0,6	0,76
Tốc độ cắt V, m/ph											
57	49	42	36	31	27	23	20	17	15	13	11,2

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt V.

Phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.

Chu kỳ bền T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,19	1,08	1,0	0,9	0,84	0,76

Phụ thuộc vào tỷ số giữa đường kính ban đầu D và đường kính cuối cùng d.



Tỷ số đường kính D/d		
0 - 0,4	0,5 - 0,7	0,8 - 1,0
Hệ số điều chỉnh		
1,0	0,96	0,84

Phụ thuộc nhóm và cơ tính của loại thép được gia công và phụ thuộc vào dung dịch trơn nguội, cho trong bảng 5-63.

Bảng 5-73b. *Tốc độ cắt V khi tiện rãnh và tiện đứt gang xám, bằng dao tiện thép gió.*

HB Gang	Lương chạy dao S, mm/vòng									
	0,06	0,08	0,10	0,14	0,18	0,25	0,33	0,44	0,6	0,8
	Tốc độ cắt V, m/ph.									
Tới 160	56	50	44	40	36	32	28	25	22	20
160-170	50	44	40	36	32	28	25	22	20	17,7
171-182	44	40	36	32	28	25	22	20	17,7	15,7
183-195	40	36	32	28	25	22	20	17,7	15,7	14
196-209	36	32	28	25	22	20	17,7	15,7	14	12,4
210-224	32	28	25	22	20	17,7	15,7	14	12,4	11
> 224	28	25	22	20	17,7	15,7	14	12,4	11	9,8

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt V .

Phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.

Chu kỳ bền T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,11	1,05	1,0	0,94	0,9	0,85

Phụ thuộc vào tỷ số giữa đường kính ban đầu D và đường kính cuối cùng d cho trong bảng 5-73a.

Bảng 5-74. *Tốc độ cắt V khi tiện rãnh và tiện đứt thép và gang xám bằng dao tiện hợp kim cứng.*

Vật liệu gia công			Lương chạy dao S, mm/vòng.											
Loại	σ_B, MPa	HB	0,09	0,10	0,12	0,14	0,16	0,19	0,22	0,25	0,29	0,39	0,52	0,70
	Cơ tính		Tốc độ cắt V, m/ph.											
Thép cacbon và thép hợp kim	440÷490	126-140	245	218	193	172	153	136	120	107	95	75	59	
	500÷550	141-158	218	193	172	153	136	120	107	95	85	67	53	
	560÷620	159-177	193	172	153	136	120	107	95	85	75	59	47	
	630÷700	178-200	172	153	136	120	107	95	85	75	67	53	42	
	710÷790	201-226	153	136	120	107	95	85	75	67	59	47	37	
	800÷890	227-255	136	120	107	95	85	75	67	59	53	42	33	
	900÷1000	256-286	120	107	95	85	75	67	59	53	47	37	29	
Gang xám		150-156	105	100	95	89	84	79	75	70	66	59	52	
		157-164	100	95	89	84	79	75	70	66	62	55	49	
		165-172	95	89	84	79	75	70	66	62	59	52	46	
		173-181	89	84	79	75	70	66	62	59	55	49	44	
		182-190	84	79	75	70	66	62	59	55	52	46	41	
		191-199	79	75	70	66	62	59	55	52	49	44	39	3
		200-219	75	70	66	62	59	55	52	49	46	41	36	
		220-241	66	62	59	55	52	49	46	44	41	36	32	
		242-265	59	55	52	49	46	44	41	39	36	32	29	

(tiếp bảng 5-74)

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt .						
Phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.						
Chu kỳ bền T, ph	30	45	60	90	120	180
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,80
Phụ thuộc vào mác hợp kim cứng.						
Mác hợp kim cứng	T15K10		T15K6	BK6		BK8
Hệ số điều chỉnh	1,0		1,54	1,0		0,83
Phụ thuộc vào dung dịch trơn nguội						
Điều kiện làm việc	Không dung dịch trơn nguội			Có dung dịch trơn nguội		
Hệ số điều chỉnh	1,0			1,4		
Phụ thuộc vào tỷ số giữa đường kính ban đầu D và đường kính cuối cùng d cho trong bảng 5-73a.						

c) Gia công hợp kim nhôm.

Bảng 5-75. *Chế độ cắt.*

Lương chạy dao S, mm/vòng.												
Vật liệu gia công	Gia công thô				Gia công tinh							
	Tiện ngoài		Tiện trong		Tiện ngoài			Tiện trong			$\varphi_1 = 0^0$	
Silumin	0,7 - 1,0		0,6 - 0,8		0,2 - 0,3			0,1 - 0,2			0,5 - 0,8	
Đuara					0,15 - 0,25			0,1 - 0,15			0,6 - 1,0	
Tốc độ cắt khi tiện ngoài và tiện trong. Dao có $\varphi = 45 - 90^0$												
Vật liệu dụng cụ cắt	Chiều sâu cắt t, mm.											
	1				2,5				5			
	Lương chạy dao S, mm/vòng.											
	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6	0,8
	Tốc độ cắt V, m/ph.											
P9; P18	225	170	140	125	190	145	115	105	170	125	100	90
BK4; BK6	530	400	330	290	460	335	270	240	410	305	245	215
Dao có mép cắt phụ ($\varphi_1 = 0^0$)												
t , mm	0,5			1,0			1,5			2		
S, mm/vòng	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2	1	1,5	2
V, m/ph.	315	260	230	260	220	195	240	195	175	225	185	160

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt. Phụ thuộc vào độ bền của vật liệu gia công.					
σ_B , MPa của vật liệu gia công		100÷200	200÷300	300÷400	400÷500
Hệ số điều chỉnh	Silumin và hợp kim đúc	1,2	1	-	-
	Đuara	-	1,5	1,2	1
Phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.					
Chu kỳ bền T, ph		30	100	200	300
Hệ số điều chỉnh theo vật liệu dụng cụ	P9; P18	1,3	1	0,85	0,8
	BK4; BK6	1,5	1	0,8	0,7
Khi cắt các rãnh chính xác, lương chạy dao S = 0,05 ÷ 0,08 mm/vòng. Khi tiện tinh silumin, tốc độ cắt V ≥ 100m/ph; đuara đã tôi V ≤ 60m/ph.					

4. Bào, xọc.

a) Gia công trên máy bào giường.

Bảng 5-76. *Lượng chạy dao S, mm / hành trình kép (mm / h.t.kép).*

Vật liệu gia công	Tiết diện dao, mm	Chiều sâu cắt t, mm		
		8	12	20
		Lượng chạy dao S, mm/h.t.kép		
Thép	15 × 40	1,2 - 0,9	0,8 - 0,5	-
	30 × 45	1,8 - 1,3	1,2 - 0,8	0,6 - 0,4
	40 × 60	3,5 - 2,5	2,2 - 1,6	1,4 - 0,8
Gang	15 × 40	2,0 - 1,6	1,5 - 1,1	-
	30 × 45	3,0 - 2,4	2,4 - 1,6	1,4 - 0,8
	40 × 60	4,0 - 3,5	3,0 - 2,5	2,4 - 1,8

Gia công tinh mặt phẳng.

Loại dao			Độ nhám cần gia công	Vật liệu gia công	Góc nghiêng phụ φ_1^0	t,mm	S, mm/h.t.kép
Bào thông thường			Rz 40÷20	Thép	5 - 10*	Tới 2	1,5 - 2,5
				Gang	5 - 10*	Tới 2	3,0 - 4,0
Rông bản BK8	Dạng gia công	Tinh	Rz 40÷20	Gang	0	Tới 2	10 - 20
		thô	Ra 2,5÷1,25			0,15 - 0,3	10 - 20
		tinh				0,05 - 0,1	12 - 16

Gia công rãnh và cắt đứt

Vật liệu gia công	Chiều rộng dao B					
	5	8	10	12	16	20
	Lượng chạy dao S, mm/h.t.kép.					
Thép	0,16-0,18	0,20-0,24	0,25-0,27	0,27-0,33	0,34-0,38	0,4-0,48
Gang	0,28-0,35	0,35-0,42	0,42-0,50	0,50-0,60	0,60-0,70	0,70-0,85

* Trên mép cắt mặt trước $\varphi_1 = 0^0$.

1- Khi có nhiều dao đồng thời cắt theo từng lớp lượng dư chia theo chiều sâu cắt t, thì lượng chạy dao S phải lấy theo chiều sâu cắt t lớn nhất của một dao.

2- Khi có nhiều dao đồng thời cắt theo cách chia nhỏ lượng chạy dao S, thì lương chạy dao S sau một hành trình kép được nhân lên với số dao đồng thời làm việc. Tốc độ cắt V khi đó phụ thuộc vào lương chạy dao S của một dao.

3- Khi bào rãnh để tạo nên các rãnh chữ T , lượng chạy dao S giảm đi 20 - 30%.

Bảng5-77. *Tốc độ cắt khi bào mặt phẳng.*

σ_B, MP_a - Thép																						
480	520	550	590	640	690	740	820	880														
HB																						
131 - 140	141 - 152	153 - 163	164 - 174	175 - 189	190 - 205	206 - 224	225 - 240	241 - 260	Lượng chạy dao S, mm/ h.t.kép.													
Chiều sâu cắt t, mm																						
1,6	0,9	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,61	0,92	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,75	0,92	1,4	1,7	2,5	-	-	-	-	-	-	-
4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	-	0,4	0,61	0,75	1,1	1,4	2,1	3,1	-	-	-	-	-	-
8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,61	0,92	1,1	1,7	2,5	3,8	-	-	-	-	-
14	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,75	0,92	1,4	2,1	3,1	4,7	-	-	-	-
23	14	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	0,34	0,4	0,61	0,75	1,1	1,7	2,5	3,8	-	-	-	-
-	23	14	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	0,34	0,5	0,61	0,92	1,4	2,1	3,1	4,7	-	-	-
-	-	23	14	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	0,4	0,5	0,75	1,1	1,7	2,5	3,8	-	-	-
-	-	-	23	14	8	4,7	2,8	1,6	-	-	-	-	0,34	0,4	0,61	0,92	1,4	2,1	3,1	4,7	-	-
-	-	-	-	23	14	8	4,7	2,8	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,75	1,1	1,7	2,5	3,8	-	
-	-	-	-	-	23	14	8	4,7	-	-	-	-	-	-	0,4	0,61	0,92	1,4	2,1	3,1	4,7	-
-	-	-	-	-	-	23	14	8	-	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,75	1,1	1,7	2,5	3,8	-
-	-	-	-	-	-	-	23	14	-	-	-	-	-	-	-	0,4	0,61	0,92	1,4	2,1	3,1	4,7
-	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,75	1,1	1,7	2,5	3,8

Đặc tính phôi và tình trạng bề mặt		φ^0	Tốc độ cắt V, m/ph.													
Không có vỏ cứng	Cán hoặc rèn	30	>70	>70	>70	66	51	45	34	26	20	15,4	11,8	9,0	6,9	5,3
		45	>70	>70	61	53	41	36	27	21	16	12,3	9,5	7,2	5,6	4,3
		60	>70	66	51	45	34	30	23	17,5	13,4	10,3	7,9	6,1	4,7	3,6
		90	68	52	40	35	27	24	17,8	13,8	10,6	8,1	6,3	4,8	3,7	2,8
	Đúc	30	>70	>70	69	61	47	41	31	24	18,3	14,1	10,8	8,3	6,3	4,8
		45	>70	>70	55	48	34	32	25	18,9	14,5	11,1	8,5	6,5	5,0	3,8
		60	>70	60	46	40	31	27	21	15,8	12,1	9,3	7,1	5,5	4,2	3,2
		90	62	47	36	32	24	21	16,3	12,5	9,6	7,4	5,6	4,3	3,3	2,5
Có vỏ cứng	Cán	30	>70	>70	69	61	47	41	31	24	18,3	14,1	10,8	8,3	6,3	4,8
		45	>70	>70	55	48	34	32	25	18,9	14,5	11,1	8,5	6,5	5,0	3,8
		60	>70	60	46	40	31	27	21	15,8	12,1	9,3	7,1	5,5	4,2	3,2
		90	62	47	36	32	24	21	16,3	12,5	9,6	7,4	5,6	4,3	3,3	2,5

(tiếp bảng 5-77).

Đặc tính phôi và trạng thái bề mặt		φ^0	Tốc độ cắt V, m/ph.												
Có vỏ cứng	Đúc hoặc rèn	30	>70	>70	62	54	41	36	28	21	16,3	12,5	9,6	7,4	5,6	4,3
		45	>70	63	49	43	33	29	22	16,8	12,9	9,9	7,6	5,8	4,5	3,4
		60	69	53	41	36	27	24	18,3	14,1	10,8	8,3	6,3	4,9	3,7	2,9
		90	55	42	32	28	22	18,9	14,4	11,1	8,5	6,5	5,0	3,8	2,9	2,2

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.

Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	1,09	1,0	0,95	0,91	0,87

Gia công gang xám bằng dao thép gió

HB gang						Lượng chạy dao S / hành trình kép.											
157 - 168	169 - 182	183 - 197	198 - 213	214 - 230	231 - 250												
Chiều sâu cắt t, mm																	
2,7	1,1	-	-	-	-	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1	-	-	-	-	-	-	-
6,7	2,7	1,1	-	-	-	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,9	4,0	-	-	-	-	-
16	6,7	2,7	1,1	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	2,1	2,9	5,6	-	-	-	-
40	16	6,7	2,7	1,1	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,5	2,1	4,0	5,6	-	-	-
-	40	16	6,7	2,7	1,1	-	-	0,28	0,39	0,55	1,1	1,5	2,9	4,0	5,6	-	-
-	-	40	16	6,7	2,7	-	-	-	0,28	0,39	0,76	1,1	2,1	2,9	4,0	5,6	-
-	-	-	40	16	6,7	-	-	-	-	0,28	0,55	0,76	1,5	2,1	2,9	4,0	5,6
-	-	-	-	40	16	-	-	-	-	-	0,39	0,55	1,1	1,5	2,1	2,9	4,0
-	-	-	-	-	40	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,76	1,1	1,5	2,1	2,9

Trạng thái bề mặt	φ^0	Tốc độ cắt V, m/ph.											
Không vỏ cứng	10 - 30	47	41	36	32	28	21	18,6	14,2	12,5	10,9	9,6	8,4
	45	39	35	30	26	23	17,8	15,6	11,9	10,4	9,2	8,0	7,0
	60	35	30	26	23	20	15,6	13,6	10,4	9,2	8,0	7,0	6,2
	90	29	25	22	19	17	13	11,4	8,8	7,7	6,7	5,9	5,2
Có vỏ cứng	10 - 30	35	31	27	23	21	15,8	13,8	10,6	9,3	8,2	7,1	6,3
	45	29	26	22	19,7	17,3	13,2	11,6	8,9	7,8	6,8	6,0	5,2
	60	26	22	19,7	17,3	15,1	11,6	10,1	7,8	6,8	6,0	5,2	4 6
	90	22	18,9	16,5	14,4	12,7	9,7	8,5	6,5	5,7	5,0	4,4	3,8

1- Tốc độ cắt V cho trong bảng được dùng khi gia công bằng dao có góc $\varphi_1 = 5 \div 10^0$ và gia công với lượng chạy dao S không lớn hơn chiều sâu cắt t (t > S).

2- Khi gia công thép có vỏ cứng bẩn, chứa tạp chất phi kim loại và sau khi cắt bằng hàn hơi, tốc độ cắt cho trong bảng cần phải nhân với hệ số k = 0,65 ÷ 0,75.

3- Khi gia công gang có vỏ cứng bẩn, chứa tạp chất phi kim loại và sau khi cắt bằng hàn hơi, tốc độ cắt cho trong bảng cần phải nhân với hệ số k = 0,7 ÷ 0,8.

(tiếp bảng 5-77).

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.																	
Chu kỳ bền T, Phút						60	120		180			240		360			
Hệ số điều chỉnh						1,09	1,0		0,96			0,93		0,90			
Gia công gang xám bằng dao hợp kim cứng BK8.																	
HB gang						Lượng chạy dao S / hành trình kép.											
157 - 164	165 - 181	182 - 199	200 - 219	220 - 241	242 - 265												
Chiều sâu cắt t, mm																	
0,8	-	-	-	-	-	1,0	1,8	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	0,8	-	-	-	-	0,75	1,4	1,8	2,5	-	-	-	-	-	-	-	-
4	1,8	0,8	-	-	-	0,56	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	6,0	-	-	-	-
9	4	1,8	0,8	-	-	0,42	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	6,0	-	-	-
20	9	4	1,8	0,8	-	-	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	6,0	-	-
-	20	9	4	1,8	0,8	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	6,0	-
-	-	20	9	4	1,8	-	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	4,4	-
-	-	-	20	9	4	-	-	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	3,3	6,0
-	-	-	-	20	9	-	-	-	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	2,5	4,4
-	-	-	-	-	20	-	-	-	-	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,4	1,8	3,3
Trạng thái bề mặt			φ^0			Tốc độ cắt V, m/ph.											
Không vỏ cứng			10 - 30			>70	>70	>70	69	61	54	48	43	38	34	30	24
			45			>70	>70	64	57	51	45	40	36	32	28	25	19,5
			60			>70	64	57	50	45	40	35	31	28	25	22	17,5
			90			67	53	47	42	37	33	29	26	23	21	18,2	14,4
Có vỏ cứng			10 - 30			>70	>70	66	58	52	46	41	36	32	29	26	20
			45			>70	62	55	49	43	38	34	30	27	24	21	17
			60			69	54	48	43	38	34	30	27	24	21	18,8	14,8
			90			57	45	40	36	32	28	25	22	19,7	17,5	15,6	12,3
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.																	
Chu kỳ bền T, ph						60	120		180			240		360			
Hệ số điều chỉnh						1,15	1,0		0,92			0,87		0,8			

1- Tốc độ cắt V cho trong bảng được dùng khi gia công bằng dao có góc $\varphi_1 = 5 + 10_0$ và gia công với lượng chạy dao S không lớn hơn chiều sâu cắt t (t > S).

Bảng5-78. *Công suất cắt yêu cầu N, khi bào mặt phẳng.*

Gia công thép bằng dao thép gió.													
σ_B, MPa / HB Thép			Lương chạy dao S, mm / hành trình kép.										
440	700	950											
114-189	190-240	241-303											
Chiều sâu cắt t, mm													
2,4	-	-	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-	-	-
3,4	2,8	2,4	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-	-
4,8	4,0	3,4	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-
6,8	5,7	4,8	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-
9,7	8,0	6,8	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-
14	11,5	9,7	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-
20	16,5	14	-	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0
28	24	20	-	-	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1
	28	24	-	-	-	-	-	-	0,37	0,6	0,96	1,5	2,5
		28	-	-	-	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9
Tốc độ cắt V, m/ph			Công suất cắt N, kW.										
8,7			-	-	-	-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14
10,5			-	-	-	-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17
15			-	-	-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24
21			-	-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34
25			-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41
30			-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34	49
36			1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41	58
43			2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34	49	-
51			2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41	58	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính φ^0 của dao.		
Góc nghiêng chính φ	45 - 90	20 - 30
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1 - 1,15

Khi cắt đồng thời nhiều dao, thì công suất cắt yêu cầu N bằng tổng công các công suất cắt Ni của các dao.

(tiếp bảng 5-78).

Gia công gang xám bằng dao thép gió.												
HB gang		Lương chạy dao, mm/hành trình kép.										
≤ 200	> 200											
Chiều sâu cắt, mm												
2,8	-	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-	-	-
3,4	2,8	0, 0	0,9	1,5	2,5	3,9	,3	-	-	-	-	-
4,0	3,4	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-	-
5,7	4,8	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-	-
8,0	,8	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-	-
11,5	9,7	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	-	-
1 ,5	14	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,20	1,9	3,1	5,0	-
20	1 ,5	-	-	-	-	0,37	0, 0	0,9	1,5	2,5	3,9	,3
28	24	-	-	-	-	-	0,37	0, 0	0,9	1,5	2,5	3,9
	28	-	-	-	-	-	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1
Tốc độ cắt V, m ph		Công suất cắt N, kW.										
7,6		-	-	-	-	-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10
11		-	-	-	-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14
1 ,5		-	-	-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20
22		-	-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29
2		-	-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34
31		-	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41
37		-	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34	49
44		1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41	58
53		2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	12	17	24	34	49	-
3		2,4	3,4	4,9	7,0	10	14	20	29	41	58	-

1- Khi cắt đồng thời nhiều dao, th công suất cắt êu cầu N bằng tổng công các công suất cắt Ni của các dao.
2- Các hệ số điều chỉnh xem phần ""công suất cắt êu cầu khi gia công thép"".

(tiếp bảng 5-78).

Gia công gang xám bằng dao hợp kim cứng BK8.											
HB 160 - 245	Lượng chạy dao S, mm / hành trình kép.										
Chiều sâu cắt t, mm											
2,8	1,2	1,9	3,1	5,0	8,0	-	-	-	-	-	-
4,0	0,75	1,2	1,9	3,1	5,0	6,3	8,0	-	-	-	-
5,7	0,47	0,75	1,2	1,9	3,1	3,9	5,0	8,0	-	-	-
8,0	0,30	0,47	0,75	1,2	1,9	2,5	3,1	5,0	6,3	-	-
9,7	-	0,37	0,60	0,96	1,5	1,9	2,5	3,9	5,0	8,0	-
11,5	-	0,3	0,47	0,75	1,2	1,5	1,9	3,1	3,9	6,3	-
14	-	-	0,37	0,6	0,96	1,2	1,5	2,5	3,1	5,0	8,0
20	-	-	-	0,37	0,6	0,75	0,96	1,5	1,9	3,1	5,0
24	-	-	-	0,30	0,47	0,60	0,75	1,2	1,5	2,5	3,9
28	-	-	-	-	0,37	0,47	0,60	0,96	1,2	1,9	3,1
Tốc độ cắt V, m/ph	Công suất cắt N, kW.										
14	-	-	-	1,7	2,4	2,9	3,4	4,9	5,8	8,3	12
17	-	-	-	2,0	2,9	3,4	4,1	5,8	7,0	10	14
20	-	-	1,7	2,4	3,4	4,1	4,9	7,0	8,3	12	17
24	-	-	2,0	2,9	4,1	4,9	5,8	8,3	10	14	20
29	-	1,7	2,4	3,4	4,9	5,8	7,0	10	12	17	24
35	-	2,0	2,9	4,1	5,8	7,0	8,3	12	14	20	29
41	1,7	2,4	3,4	4,9	7,0	8,3	10	14	17	24	34
49	2,0	2,9	4,1	5,8	8,3	10	12	17	20	29	41
59	2,4	3,4	4,9	7,0	10	12	14	20	24	34	49
70	2,9	4,1	5,8	8,3	12	14	17	24	29	41	58

Bảng 5-79. *Tốc độ cắt V khi bào rãnh và cắt đứt bằng dao thép gió và dao gắn mảnh hợp kim cứng BK8.*

HB	σ_B, MPa	Lượng chạy dao S, mm/ hành trình kép.												
131-140	460 ÷ 490	0,18	0,28	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-	-	-	-	-	-
141 - 152	500 ÷ 530	0,15	0,23	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-	-	-	-	-
153 - 163	540 ÷ 570	0,12	0,18	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-	-	-	-
164 - 174	580 ÷610	0,10	0,15	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-	-	-
175 - 189	620 ÷ 660	-	0,12	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-	-
190 - 205	670 ÷720	-	0,10	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-	-
206 - 224	730 ÷ 780	-	-	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77	-
225 - 240	790 ÷ 840	-	-	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62	0,77
241 - 260	850 ÷ 910	-	-	-	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	0,51	0,62
Tốc độ cắt V, m/ph.														
Dao thép gió	Cán, rèn	34	26	20	17,5	15,3	13,4	11,7	10,3	9,0	7,9	7,0	6,1	5,3
	Đúc	30	23	18	15,7	13,8	12,0	10,5	9,2	8,1	7,1	6,2	5,5	4,8

Gia công gang xám

Dao thép gió	Dao BK8	Lượng chạy dao S, mm/ hành trình kép.										
157 - 168	-	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,90	-	-	-	-	-
169 - 182	160 - 179	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,90	-	-	-	-
183 - 197	180 - 200	-	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,90	-	-	-
198 - 213	201 - 222	-	-	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,90	-	-
214 - 230	223 - 247	-	-	-	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,90	-
231 - 250	248 - 270	-	-	-	-	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	0,65	0,9
Tốc độ cắt V, m/ph.												
Dao BK8	42	37	33	28	25	22	19,1	16,8	14,7	12,8	11,2	
Dao thép gió	27	23	20,5	18	15,8	13,9	12,2	10,7	9,4	8,3	7,3	

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.

Hệ số điều chỉnh	Vật liệu gia công		Vật liệu dao	chu kỳ bền T, ph	60	90	120	180	240	360
		Thép		P9; P18	1,19	1,08	1,0	0,9	0,84	0,76
		Gang		BK8	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,8
				P9; P18	1,11	1,05	1,0	0,94	0,90	0,85

b) Gia công trên máy bào ngang.

Bảng 5-80. *Lượng chạy dao S, mm /hành trình kép.*

Bào thô mặt phẳng				
Vật liệu gia công	Tiết diện dao (mm)	Chiều sâu cắt t, mm		
		3	5	8
		Lương chạy dao S, mm/hành trình kép		
Thép	16 × 25	1,2 - 1,0	0,7 - 0,5	0,4 - 0,3
	20 × 30	1,6 - 1,3	1,2 - 0,8	0,7 - 0,5
	25 × 40	2,0 - 1,7	1,6 - 1,2	1,2 - 0,9
Gang, hợp kim đồng	16 × 25	1,4 - 1,2	1,2 - 0,9	1,0 - 0,6
	20 × 30	1,8 - 1,6	1,6 - 1,3	1,4 - 1,0
	25 × 40	2,0 - 1,7	2,0 - 1,7	1,6 - 1,3

Bào tinh mặt phẳng					
Độ nhám bề mặt	Vật liệu gia công	Góc nghiêng phụ φ_1^o	Bán kính hoặc mép chuyển tiếp của đỉnh dao r, mm		
			1	2	3
			Lương chạy dao S, mm/ hành trình kép.		
Rz40	Thép, gang	3 - 4	0,9 - 1,0	1,2 - 1,5	
	Hợp kim đồng	5 - 10	0,7 - 0,8	1,0 - 1,2	
Rz20	Thép	2 - 3	0,25 - 0,4	0,5 - 0,7	0,7 - 0,9
	Gang;hợp kim đồng		0,35 - 0,5	0,6 - 0,8	0,9 - 1,0

Bào rãnh và cắt đứt.				
Vật liệu gia công	Chiều dầy dao, mm			
	5	8	10	≥ 12
	Lương chạy dao S, mm/ h. t. kép.			
Thép	0,12 - 0,14	0,15 - 0,18	0,18 - 0,20	0,18 - 0,22
Gang;hợp kim đồng	0,22 - 0,27	0,28 - 0,32	0,30 - 0,36	0,35 - 0,40

Bảng 5-81. *Tốc độ cắt V khi mài mặt phẳng.*

Gia công thép cacbon, thép hợp kim, thép đúc bằng dao thép gió.																					
σ_B MPa - Thép									Lượng chạy dao S, mm/ hành trình kép.												
460 + 490	500 + 530	540 + 570	580 + 610	620 + 660	670 + 720	730 + 780	790 + 840	850 + 910													
HB																					
131-140	141-152	153-163	164-174	175-189	190-205	206-224	225-240	241-260													
Chiều sâu cắt t, mm																					
1,6	0,9	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	-	-	-	-	-	-	-	-
2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	1,7	-	-	-	-	-	-
4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,4	1,7	-	-	-	-	-
8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	1,1	1,4	1,7	-	-	-	-
-	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-		0,34	0,4	0,5	0,61	0,92	1,1	1,4	-	-	-	-
-	-	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,5	0,75	0,92	1,1	1,7	-	-	-
-	-	-	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,61	0,75	0,92	1,4	1,7	-	-
-	-	-	-	8	4,7	2,8	1,6	0,9	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,61	0,75	1,1	1,4	1,7	-
-	-	-	-	-	8	4,7	2,8	1,6	-	-	-	-	-	-	0,4	0,5	0,61	0,92	1,1	1,4	1,7
-	-	-	-	-	-	8	4,7	2,8	-	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,5	0,75	0,92	1,1	1,4
-	-	-	-	-	-	-	8	4,7	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,4	0,61	0,75	0,92	1,1
-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	0,34	0,5	0,61	0,75	0,92
Đặc điểm phôi và trạngthái bề mặt			Góc φ^o						Tốc độ cắt V, m/ph.												
Không vỏ cứng		Cán hoặc rèn	45						>70	63	55	49	42	37	29	25	22	16,8	14,7	12,8	11,3	8,7
			60						61	53	47	41	36	31	24	21	18,3	14,1	12,3	10,8	9,5	7,2
			90						48	42	37	32	28	25	18,9	16,5	14,5	11,1	9,7	8,5	7,5	5,7
		Đúc	45						65	57	50	44	38	34	26	25,5	20	15,1	13,2	11,6	10,2	7,8
			60						55	48	42	37	32	28	22	18,9	16,5	12,6	11,1	9,7	8,5	6,5
			90						43	38	33	29	25	22	17,1	14,9	13,1	10	8,8	7,7	6,7	5,2
Có vỏ cứng		Cán	45						65	57	50	44	38	34	26	25,5	20	15,1	13,2	11,6	10,2	7,8
			60						55	48	42	37	32	28	22	18,9	16,5	12,6	11,1	9,7	8,5	6,5
			90						43	38	33	29	25	22	17,1	14,9	13,1	10	8,8	7,7	6,7	5,2
		Đúc hoặc rèn	45						58	514	45	39	34	30	23	20	17,6	13,5	11,8	10,3	9,0	6,9
			60						49	3	38	33	28	25	19,2	16,8	14,7	11,3	9,9	8,7	7,6	5,8
			90						38	34	29	26	23	20	15,1	13,2	11,6	8,9	7,8	6,8	6,0	4,6

(tiếp bảng 5-81).

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.					
Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	1,09	1,0	0,95	0,91	0,87

Bào gang xám bằng dao thép gió

HB gang						Lượng chạy dao S, mm/hành trình kép.											
157 - 168	169 - 182	183 - 197	198 - 213	214 - 230	231 - 250												
Chiều sâu cắt t, mm																	
0,7	-	-	-	-	-	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-	-	-	-
1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-	-	-
4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-	-
10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-
-	10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-
-	-	10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-
-	-	-	10	4,1	1,7	-	-	-	-		0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-
-	-	-	-	10	4,1	-	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5
-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1

Đặc điểm phôi và trạng thái bề mặt	Góc φ^0	Tốc độ cắt V, m/ph.											
Không vỏ cứng	45	49	39	34	30	26	23	20	17,5	15,3	13,4	11,8	10,3
	60	39	34	30	26	23	20	17,5	15,3	13,4	11,8	10,3	9,0
	90	33	29	25	22	19,2	16,8	14,7	12,8	11,2	9,2	8,6	7,6
Có vỏ cứng	45	34	29	26	22	19,7	17,3	15,1	13,2	11,6	10,1	8,9	7,8
	60	29	25	22	19,4	17	14,9	13	11,4	10	8,8	7,7	6,7
	90	27	21	18,6	16,3	14,2	12,5	10,9	9,6	8,4	8,4	6,4	5,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.					
Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	1,07	1,0	0,96	0,93	0,90

Tốc độ cắt trong bảng được dùng khi dao có góc $\varphi_1 = 5 - 10^0$ và lượng chạy dao S không vượt quá chiều sâu cắt t (t > S).

(tiếp bảng 5-81).

Bào gang xám bằng dao hợp kim cứng BK8.																	
HB gang						Lượng chạy dao S, mm/hành trình kép.											
150 - 164	165 - 181	182 - 199	200 - 219	220 - 241	242 - 265												
Chiều sâu cắt t, mm																	
0,7	-	-	-	-	-	0,39	0,55	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-	-	-
4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1	-	-	-	-
10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1	-	-	-
-	10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1	-	-
-	-	10	4,1	1,7	0,7	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1	-
-	-	-	10	4,1	1,7	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	2,1
-	-	-	-	10	4,1	-	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5
-	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1
Đặc điểm phôi và trạng thái bề mặt				Góc φ^0		Tốc độ cắt V, m/ph.											
Không vỏ cứng				45		>70	>70	>70	>70	67	59	52	45	40	35	30	26
				60		>70	>70	>70	67	59	52	45	40	35	30	26	23
				90		>70	>70	63	56	49	43	38	33	29	25	22	19,2
Có vỏ cứng				45		>70	>70	>70	64	56	49	43	38	33	29	25	22
				60		>70	>70	64	56	49	43	38	33	29	25	22	19,5
				90		>70	62	54	47	41	36	32	28	24	21	18,6	16,3
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.																	
Chu kỳ bền T, ph				60		120			180			240			360		
Hệ số điều chỉnh				1,15		1,0			0,92			0,87			0,80		
Tốc độ cắt trong bảng được dùng khi dao có góc $\varphi_1 = 5 - 10^0$ và lượng chạy dao S không vượt quá chiều sâu cắt t (t > S).																	

(tiếp bảng 5-81)

Bào hợp kim đồng bằng dao bằng thép gió.										
Chiều sâu cắt t, mm		Lượng chạy dao S, mm								
≤ 4,5		0,29	0,36	0,46	0,58	0,74	0,94	1,2	1,5	-
4,6 - 12		-	0,29	0,36	0,46	0,58	0,74	0,94	1,2	1,5
Trạng thái bề mặt	Góc φ	Tốc độ cắt V , mm/ ph.								
Không vỏ cứng	60	>70	69	61	54	48	43	38	34	30
	90	64	57	51	45	40	36	32	28	25
Có vỏ cứng	60	> 70	62	55	49	43	38	34	30	27
	90	57	50	45	40	35	31	28	25	22
Tốc độ cắt trong bảng được dùng khi dao có góc $\varphi_1 = 5 - 10^0$ và lượng chạy dao S không vượt quá chiều sâu cắt t (t > S).										

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.					
Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	1,09	1,0	0,95	0,91	0,87

Bảng 5-82. *Tốc độ cắt V khi bào rãnh và cắt đứt bằng dao thép gió và dao hợp kim cứng BK8.*

Gia công thép cacbon, thép hợp kim cứng và thép đúc.														
HB	σ_b MPa - Thép	Lượng chạy dao, mm/hành trình kép.												
131-140	460÷490	0,12	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	-	-	-	-	-	-	-
141-152	500÷530	0,10	0,15	0,18	0,23	0,23	0,34	-	-	-	-	-	-	-
153-163	540÷570	-	0,12	0,15	0,18	0,28	0,28	0,42	-	-	-	-	-	-
164-174	580÷610	-	0,10	0,12	0,15	0,18	0,23	0,34	0,42	-	-	-	-	-
175-189	620÷660	-	-	0,10	0,12	0,15	0,18	0,28	0,34	0,42	-	-	-	-
190-205	670÷720	-	-	-	0,10	0,12	0,15	0,23	0,28	0,34	0,42	-	-	-
206-224	730÷780	-	-	-	-	0,10	0,12	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	-	-
225-240	790÷840	-	-	-	-	-	0,10	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42	-
241-260	850÷910	-	-	-	-	-	-	0,12	0,15	0,18	0,23	0,28	0,34	0,42
		Tốc độ cắt V, m/ph												
Dao thép gió	Cán, rèn	36	28	24	21	18,6	16,3	12,5	10,9	9,6	8,4	7,4	6,4	5,6
	Đúc	32	25	22	18,9	16,5	14,5	11,1	9,7	8,5	7,5	6,5	5,7	5,0

(tiếp bảng 5-82).

Gia công gang xám												
Dao thép gió	Dao BK8	Lương chạy dao S, mm/ hành trình kép										
HB												
157 - 168	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	-	-	-	-	-
169 - 182	160 - 179	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	-	-	-	-
183 - 197	180 - 200	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	-	-	-
198 - 213	201 - 222	-	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-0,46	-	-
214 - 230	223 - 247	-	-	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46	-
231 - 250	248 - 270	-	-	-	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	0,46
Tốc độ cắt V, m/ph.												
Dao BK8		44	39	34	30	26	23	20	17,5	15,3	13,4	11,7
Dao thép gió		28	24	21	18,9	16,5	14,5	12,5	11,5	9,7	8,5	7,5

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.										
Chu kỳ bền T, ph				60	90	120	180	240	360
Vật liệu gia công	Thép	Vật liệu của dao	P9;P18	1,19	1,08	1,0	0,9	0,84	0,76
	Gang		BK8	1,15	1,06	1,0	0,92	0,87	0,8
			P9;P18	1,11	1,05	1,0	0,94	0,9	0,85

c) Gia công trên máy xọc.

Bảng 5-83. *Lượng chạy dao S mm / hành trình kép.*

Gia công thô mặt phẳng				
Vật liệu gia công	Tiết diện dao, mm	Chiều sâu cắt t, mm		
		3	5	8
		Lượng chạy dao S mm/ h. t. kép		
Thép	16 × 25	1,2 - 1,0	0,7 - 0,5	0,4 - 0,3
	20 × 30	1,6 - 1,3	1,2 - 0,8	0,7 - 0,5
	30 × 45	2,0 - 1,7	1,6 - 1,2	1,2 - 0,9
Gang	16 × 25	1,4 - 1,2	1,2 - 0,8	1,0 - 0,6
	20 × 30	1,8 - 1,6	1,6 - 1,3	1,4 - 1,0
	30 × 45	2,0 - 1,7	2,0 - 1,7	1,6 - 1,3

Gia công tinh mặt phẳng.					
Độ nhám bề mặt	Vật liệu gia công	Góc nghiêng phụ φ_1	Bán kính đường kính đỉnh dao r, mm		
			1	2	3
			Lượng chạy dao S mm/ hành trình kép		
R_Z40	Thép; gang	3 - 4	0,9 - 1,0	1,2 - 1,5	
		5 - 10	0,7 - 0,8	1,0 - 1,2	
R_Z20	Thép; gang	2 - 3	0,25 - 0,4	0,5 - 0,7	0,7 - 0,9
			0,35 - 0,5	0,6 - 0,8	0,9 - 1,0

Gia công rãnh					
Vật liệu gia công	Chiều dài rãnh, mm	Chiều rộng rãnh, mm			
		5	8	10	12
		Lượng chạy dao S mm/ hành trình kép			
Thép	100	0,10 - 0,12	0,11 - 0,13	0,12 - 0,15	0,14 - 0,18
	200	0,07 - 0,10	0,09 - 0,11	0,10 - 0,12	0,10 - 0,13
	> 200	0,05 - 0,07	0,06 - 0,09	0,07 - 0,08	0,08 - 0,11
Gang	100	0,18 - 0,22	0,20 - 0,24	0,22 - 0,27	0,25 - 0,30
	200	0,13 - 0,15	0,16 - 0,18	0,18 - 0,21	0,20 - 0,24
	> 200	0,10 - 0,12	0,12 - 0,14	0,14 - 0,17	0,16 - 0,20

Khi hệ thống công nghệ (máy - chi tiết - dụng cụ) cứng vững, giá trị lượng chạy dao S cho trong bảng nhân với hệ số k = 1,2 ÷ 2,0 tuỳ theo chiều dài rãnh.

Bảng 5-84. *Tốc độ cắt V khi xọc rãnh.*

Gia công thép cacbon, thép hợp kim và thép đúc bằng dao thép gió.										
HB	σ_B; MP_a	Lượng chạy dao S mm/ hành trình kép								
131-140	460÷490	0,10	0,15	0,23	0,28	0,34	-	-	-	-
141-152	500÷530	0,08	0,12	0,18	0,23	0,28	-	-	-	-
153-163	540÷570	0,07	0,10	0,15	0,18	0,23	0,34	-	-	-
164-174	580÷610	-	0,08	0,12	0,15	0,18	0,28	-	-	-
175-189	620÷660	-	0,07	0,10	0,12	0,15	0,23	0,34	-	-
190-205	670÷720	-	-	0,08	0,10	0,12	0,18	0,28	-	-
206-224	730÷780	-	-	0,07	0,08	0,10	0,15	0,23	0,34	-
225-240	790÷840	-	-	-	0,07	0,08	0,12	0,18	0,28	0,34
241-260	850÷910	-	-	-	-	0,07	0,10	0,15	0,23	0,28
Đặc điểm phôi		Tốc độ cắt V, m/ph								
Cán ; rèn		24,5	18,7	14,4	12,6	11	8,5	6,4	5,0	4,3
Đúc		22	17	13	11,5	10	7,7	5,9	4,5	3,9

Gia công gang xám bằng dao thép gió									
HB	Lượng chạy dao S mm/ hành trình kép								
157 - 168	0,12	0,17	0,24	0,33	-	-	-	-	-
169 - 182	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-	-	-	-
183 - 197	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-	-	-
198 - 213	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-	-
214 - 230	-	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33	-
231 - 250	-	-	-	-	0,08	0,12	0,17	0,24	0,33
Tốc độ cắt V, m/phút	15,3	13,4	11,7	10,2	9,0	7,8	6,9	6,0	5,3

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.								
Chu kỳ bền T, ph			60	90	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	Vật liệu gia công	Thép	1,41	1,28	1,19	1,07	1,0	0,9
		Gang	1,23	1,17	1,11	1,04	1,0	1,94

Bảng 5-85. *Tốc độ cắt V khi xọc mặt phẳng.*

Gia công thép cacbon, thép hợp kim và thép đúc bằng dao thép gió.													
HB	σ_B	Lượng chạy dao S mm/ h. t. kép											
131-140	460÷490	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	-	-	-	-
141-152	500÷530	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	-	-	-
153-163	540÷570	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	-	-
164-174	580÷610	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1	-
175-189	620÷660	-	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92	1,1
190-205	670÷720	-	-	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75	0,92
206-224	730÷780	-	-	-	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61	0,75
225-240	790÷840	-	-	-	-	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5	0,61
241-260	850÷910	-	-	-	-	-	-	0,18	0,22	0,27	0,34	0,4	0,5

Tình trạng bề mặt		t, mm	Tốc độ cắt V, m/ph											
Không vỏ cứng	Cán hoặc rèn	1,6	-	70	68	60	52	46	40	35	31	27	24	21
		1,8	70	68	60	52	46	40	35	31	27	24	21	18
		4,7	68	60	52	46	40	35	31	27	24	21	18	15,8
		8,0	60	52	46	40	35	31	27	24	21	18	15,8	13,8
	Đúc	1,6	-	70	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9
		2,8	70	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2
		4,7	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2	14,2
		8,0	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2	14,2	12,4

(tiếp bảng 5-84).

Tình trạng bề mặt		t, mm	Tốc độ cắt V, m/ph											
Có vỏ cứng	Cán	1,6	-	70	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9
		1,8	70	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2
		4,7	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2	14,2
		8,0	50	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,2	14,2	12,4
	Đúc hoặc rèn	1,6	70	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,5
		2,8	62	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,5	14,4
		4,7	55	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,5	14,4	12,6
		8,0	48	42	37	32	28	25	22	18,9	16,5	14,4	12,6	11

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.					
Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360
Hệ số điều chỉnh	1,2	1,09	1,04	1,0	0,96

Gia công gang xám bằng dao thép gió.												
HB	Lượng chạy dao S, mm/ hành trình kép											
157 - 168	0.28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-	-
169 - 182	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-	-
183 - 197	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-	-
198 - 213	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-	-
214 - 230	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5	-
231 - 250	-	-	-	-	-	0,28	0,39	0,55	0,76	1,1	1,5

Tình trạng bề mặt	t, mm	Tốc độ cắt V, m/ph										
Không vỏ cứng	1,1	38	34	29	26	22	19,7	17,3	15,1	13,2	11,6	10,1
	2,7	34	29	26	22	19,7	17,3	15,1	13,2	11,6	10,1	8,9
	6,7	29	26	22	19,7	17,3	15,1	13,2	11,6	10,1	8,9	7,8
	16	26	22	19,7	17,3	15,1	13,2	11,6	10,1	8,9	7,8	6,8
Có vỏ cứng	1,1	29	25	22	19,1	16,7	14,6	12,8	11,3	9,8	8,6	7,5
	2,7	25	22	19,1	16,7	14,6	12,8	11,3	9,8	8,6	7,5	6,6
	6,7	22	19,1	16,7	14,6	12,8	11,3	9,8	8,6	7,5	6,6	5,8
	16	19,1	16,7	14,6	12,8	11,3	9,8	8,6	7,5	6,6	5,8	5,1

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao.									
Chu kỳ bền T, ph	60	120	180	240	360				
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,07	1,03	1,0	0,96				
		Gang	1,23	1,17	1,11	1,04	1,0	1,94	

5. Khoan, khoan rộng,khoét, doa.

a) Khoan thép bằng mũi khoan ruột gà (xoắn vít) thép gió.

Bảng 5-86. *Tốc độ cắt khi khoan thép cacbon, thép hợp kim, bằng mũi khoan thép gió códung dịch trơn nguội.*

Nhóm thép gia công	Lượng chạy dao S, mm/ vòng										
1	0,2	0,36	0,49	0,88	-	-	-	-	-	-	-
2	0,16	0,27	0,36	0,66	0,88	-	-	-	-	-	-
3	0,13	0,2	0,27	0,49	0,66	0,88	-	-	-	-	-
4	0,11	0,16	0,2	0,36	0,49	0,66	0,88	-	-	-	-
5	0,09	0,13	0,16	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	-	-	-
6	–	0,11	0,13	0,2	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	-	-
7	–	0,09	0,11	0,16	0,2	0,27	0,36	0,49	0,66	0,88	-
8	–	–	0,09	0,13	0,16	0,2	0,27	0,36	0,49	0,66	-
9	–	–	–	0,11	0,13	0,16	0,2	0,27	0,36	0,49	0,88
10	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,2	0,27	0,36	0,66
11	–	–	–	–	0,09	0,11	0,13	0,16	0,2	0,27	0,49

Dạng mài mũi khoan	Đường kính mũi khoan mm	Tốc độ cắt V, m/ph.										
ДП	20	55	50	43	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	9,5
	30	55	55	50	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	11
	60	55	55	55	43	37	32	27,5	24	20,5	17,7	13
H	4,6	43	32	27,5	20,5	17,7	15	13	11	9,5	8,2	6
	9,6	50	37	32	24	20,5	17,7	15	13	11	9,5	7
	20	55	43	37	27,5	24	20,5	17,7	15	13	11	8,2
	30	55	50	43	32	27,5	24	20,5	17,7	15	13	9,5
	60	55	55	50	37	32	27,5	24	20,5	17,7	15	11

Chu kỳ bền T của mũi khoan thường đúng, danh nghĩa.

Đường kính mũi khoan	Tới 5	6 – 10	11 – 20	21 – 30	31 – 40	41 – 50	51 – 60
Chu kỳ bền T, ph	15	25	45	50	70	90	110

Mác và nhóm thép gia công cho ở bảng 5-224, (cuối chương).

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền T_n thực tế và T_Φ danh nghĩa T_Φ / T_n	0,25	0,5	1,0	2	4	8
Hệ số điều chỉnh	1,32	1,15	1,0	0,87	0,76	0,66

Phụ thuộc vào trạng thái thép

Trạng thái thép	Cán		Gia công nhiệt		
	Nguội	Nóng	Thường hoá	Ủ	Làm tôi
Hệ số điều chỉnh	1,1	1,0	0,95	0,9	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu của lỗ

Chiều sâu của lỗ tính theo đường kính khoan	3D	4D	6D	8D
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,85	0,7	0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào máccủa vật liệu mũi khoan

Vật liệu mũi khoan	P9; P18	9XC
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,6

Bảng 5-87. *Lượng chạy dao S*

D,mm	σ_B, MPa								
	Tới 800			800 ÷ 1000			> 1000		
	Nhóm chạy dao								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Lượng chạy dao S, mm/ vòng								
2	0,05-0,06	0,04-0,05	0,03 - 0,04	0,04 - 0,05	0,03 - 0,04	0,02 - 0,03	0,03 - 0,04	0,03-0,04	0,02-0,03
4	0,08-0,10	0,06 -0,08	0,04-0,05	0,06-0,08	0,04-0,06	0,03-0,04	0,04-0,06	0,04-0,05	0,03-0,04
6	0,14-0,18	0,11-0,13	0,07-0,09	0,10-0,12	0,07-0,09	0,05-0,06	0,08-0,10	0,06-0,08	0,04-0,05
8	0,18-0,22	0,13-0,17	0,09-0,11	0,13-0,15	0,09-0,11	0,06-0,08	0,11-0,13	0,08-0,10	0,05-0,07
10	0,22-028	0,16-0,20	0,11-0,13	0,17-0,21	0,13-0,15	0,08-0,11	0,13-0,17	0,10-0,12	0,07-0,09
13	025-0,31	0,19-0,23	0,13-0,15	0,19-0,23	0,14-0,18	0,11-0,12	0,15-0,19	0,12-0,14	0,08-0,10
16	031-0,37	0,22-0,27	0,15-0,19	0,22-0,28	0,17-0,21	0,12-0,14	0,18-0,22	0,13-0,17	0,09-0,11
20	0,35-0,43	0,26-0,32	0,18-0,22	0,26-0,32	0,20-0,24	0,13-0,17	0,21-0,25	0,15-0,19	0,11-0,13
	0,39-0,47	0,29-0,35	0,20-0,24	0,29-0,35	0,22-0,26	0,14-0,18	0,23-0,29	0,17-0,21	0,12-0,14
30	0,45-0,55	0,33-0,41	0,22-0,28	0,32-0,40	0,24-0,30	0,16-0,20	0,17-0,33	0,20-0,24	0,13-0,17
> 30									
≤ 60	0,60-0,70	0,45-0,55	0,30-0,32	0,40-0,50	0,30-0,35	0,20-0,25	0,30-0,40	0,22-0,30	0,16-0,23

Nhóm chạy dao I: khoan lỗ trên các chi tiết cứng vững, không cho dung sai hoặc dung sai của cấp chính xác dưới 5; tiếp theo khoan là khoét hoặc tiện móc lỗ.

Nhóm chạy dao II: khoan lỗ trên các chi tiết có độ cứng vững trung bình (vách mỏng của chi tiết hộp, phần lồi lên mỏng của chi tiết...), . không cho dung sai hoặc dung sai của cấp chính xác dưới 5; tiếp theo khoan là khoét hoặc tiện móc lỗ.

Nhóm chạy dao III: khoan các lỗ chính xác để sau đó doa; khoan trên các chi tiết có độ cứng vững thấp và có các mặt tỳ không chắc chắn; khoan các lỗ mà tâm của nó không vuông góc với mặt phẳng; khoan lỗ để sau đó taro ren.

Để ngăn ngừa việc gẫy mũi khoan khi rút mũi khoan ra khỏi lỗ , phải tắt tự động chạy dao.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu lỗ khoan l (dùng cho nhóm chạy dao I)

Chiều sâu lỗ khoan l theo đường kính lỗ khoan D	3D	5D	7D	10D
Hệ số điều chỉnh	1.0	0.9	0.8	0.75

Bảng 5-88. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan thép bằng mũi khoan thép gió.*

σ_B, MPa, / HB, Thép							Lượng chạy dao S, mm/ vòng.										
≤ 400	450	520	620	760	900	1100											
≤ 114	114 - 135	136 - 160	161 - 194	195 - 234	235 - 280	281 - 343											
Đường kính mũi khoan d, mm																	
15,0	13,2	11,4	10,0	8,7	7,5	6,6	0,38	0,53	0,75	-	-	-	-	-	-	-	-
20	17,4	15,0	13,2	11,4	10,0	8,7	0,27	0,38	0,53	0,75	-	-	-	-	-	-	-
26,5	23	20	17,4	15,0	13,2	11,4	0,19	0,27	0,38	0,53	0,75	-	-	-	-	-	-
30	26,5	23	20	17,4	15,0	13,2	-	0,22	0,32	0,45	0,63	-	-	-	-	-	-
34,5	30	26,5	23	20	17,4	15,0	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75	-	-	-	-	-
40	34,5	30	26,5	23	20	17,4	-	-	0,22	0,32	0,45	0,63	0,9	-	-	-	-
46	40	34,5	30	26,5	23	20	-	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75	1,06	-	-	-
52	46	40	34,5	30	26,5	23	-	-	-	0,22	0,32	0,45	0,63	0,9	-	-	-
60	52	46	40	34,5	30	26,5	-	-	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75	1,06	-	-
-	60	52	46	40	34,5	30	-	-	-	-	0,22	0,32	0,45	0,63	0,9	-	-
-	-	60	52	46	40	34,5	-	-	-	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75	1,06	-
-	-	-	60	52	46	40	-	-	-	-	-	0,22	0,32	0,45	0,63	0,9	-
-	-	-	-	60	52	46	-	-	-	-	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75	1,06
-	-	-	-	-	60	52	-	-	-	-	-	-	0,22	0,32	0,45	0,63	0,9
-	-	-	-	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	0,27	0,38	0,53	0,75
Công suất cắt N, Kw.																	
Tốc độ cắt V, m/ph				10			-	-	-	0,9	1,1	1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8
				13,2			-	-	0,9	1,1	1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	7,6
				17,4			-	0,9	1,1	1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	7,6	10
				20			0,8	1,0	1,3	1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,6	8,7	11,5
				26,5			1,0	1,3	1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,6	8,7	11,5	15
				30			1,1	1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	7,6	10	13,2	-
				35			1,3	1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,6	8,7	11,5	15	-
				40			1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	7,6	10	13,2	-	-
				46			1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,6	8,7	11,5	15	-	-

b) Khoan gang xám và hợp kim đồng bằng mũi khoan ruột gà thép gió.

Bảng 5-89. *Lượng chạy dao S.*

Đường kính mũi khoan d, mm	HB của gang xám và hợp kim đồng					
	≤ 200			> 200		
	Nhóm chạy dao					
	I	II	III	I	II	III
	Lượng chạy dao S, mm/vòng.					
2	0,09 - 0,11	0,06 - 0,08	0,05 - 0,06	0,05 - 0,07	0,04 - 0,05	0,03-0,04
4	0,18 - 0,22	0,13 - 0,17	0,09 - 0,11	0,11 - 0,13	0,08 - 0, 10	0,05-0,07
6	0,27 - 0,33	0,20 - 0,24	0,13 - 0,17	0,18 - 0,22	0,13 - 0,17	0,09-0,11
8	0,36 - 0,44	0,27 - 0,33	0,18 - 0,22	0,22 - 0,26	0,16 - 0,20	0,11-0,13
10	0,47 - 0,57	0,35 - 0,43	0,23 - 0,29	0,28 - 0,34	0,21 - 0,25	0,13-0,17
13	0,52 - 0,64	0,39 - 0,47	0,26 - 0,32	0,31 - 0,39	0,23 - 0,29	0,15-0,19
16	0,61 - 0,75	0,46 - 0,56	0,31 - 0,37	0,37 - 0,45	0,27 - 0,33	0,18-0,22
20	0,70 - 0,86	0,52 - 0,64	0,35 - 0,43	0,43 - 0,53	0,32 - 0,40	0,22-0,26
25	0,78 - 0,96	0,58 - 0,72	0,39 - 0,47	0,47 - 0,57	0,35 - 0,43	0,23-0,29
30	0,9 - 1,1	0,67 - 0,83	0,45 - 0,55	0,54 - 0,66	0,40 - 0,50	0,27-0,33
> 30 ≤ 60	1,0 - 1,2	0,80 - 0,9	0,50 - 0,60	0,7 - 0,8	0,50 - 0,60	0,35-0,40
Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao S và hệ số điều chỉnh cho trong bảng 5-87.						

Bảng 5-90. *Tốc độ cắt khi khoan gang xám bằng mũi khoan thép gió.*

HB gang		Lượng chạy dao S, mm/vòng.											
140-152		0,20	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7	-	-	-	-
153-166		0,16	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7	-	-	-
167-181		0,13	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7	-	-
182-199		-	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7	-
200-217		-	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3	1,7
218-240		-	-	0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95	1,3
Dạng mũi	đường kính khoan d, mm	Tốc độ cắt V, m/ vòng.											
ЭП1	20	55	48	43	38	34	30	27	24	21	19	17	15
	>20	55	55	50	44	39	35	31	27,5	24,5	22	19,5	17
ЖДП	8	55	45	40	35,5	31,5	28	25	22	19,5	17,5	15,5	14
	20	55	51	45	40	35,5	31,5	28	25	22	19,5	17,5	15,5
	>20	55	55	53	47	42	37	33	29	26	23	20,5	18
II	3,2	40	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5	111	9,5
	8	45	35	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	2,5	11
	20	51	40	35	31	28	25	22	20	17,5	15,5	14	12,5
	>20	55	47	42	37	33	29,5	26	23	21	18	16	14,5

Chu kỳ bền T của mũi khoan thường dùng (danh nghĩa).							
đường kính khoan d, mm	Tới 6	6 - 10	11 - 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60
Chu kỳ bền T, ph	20	35	60	75	110	140	170

Hệ số điều chỉnh tốc độ cắt theo chu kỳ bền T của mũi khoan.					
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	2	4	8
Hệ số điều chỉnh	1,19	1,09	1,0	0,91	0,84	0,79
Các hệ số phụ thuộc vào chiều sâu khoan và phụ thuộc vào vật liệu mũi khoan cho trong bảng 5-87.						

Bảng 5-91. *Tốc độ cắt V khi khoan hợp kim đồng bằng mũi khoan thép gió, không có dung dịch trơn nguội.*

Hợp kim đồng HB		Lượng chạy dao S, mm/vòng.								
100 - 140		0,13	0,16	0,20	0,24	0,30	0,40	0,53	0,70	0,95
Dạng mũi	Đường kính khoan	Tốc độ cắt V, m/ vòng.								
ZH	20	55	55	55	55	55	55	51	45,5	40
	20	55	55	55	55	55	55	55	52,5	46,5
H	3,2	55	55	55	48	43	38	34	30	27
	8	55	55	55	55	48	43	38	34	30
	10	55	55	55	55	55	48	43	38	34
	20	55	55	55	55	55	55	49,5	44	40

- Chu kỳ bền danh nghĩa của mũi khoan và hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền cho trong bảng 5-90.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu khoan và phụ thuộc vào vật liệu mũi khoan cho trong bảng 5-87.

Bảng 5-92, *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan gang xám bằng mũi khoan thép gió.*

HB gang			Lượng chạy dao S, mm/vòng.											
≤170	170 - 213	> 213												
Đường kính khoan D, mm														
11,5	10,0	8,7	0,53	0,75	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15,0	13,2	11,5	0,38	0,53	0,63	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
20	17,4	15,0	-	0,38	0,45	0,63	0,9	1,25	-	-	-	-	-	-
26,5	23	20	-	-	0,32	0,45	0,63	0,9	1,25	1,5	-	-	-	-
30	26,5	23	-	-	-	0,38	0,53	0,75	1,06	1,25	-	-	-	-
34,5	30	26,5	-	-	-	-	0,45	0,63	0,9	1,06	1,5	-	-	-
40	34,5	30	-	-	-	-	-	0,53	0,75	0,9	1,25	-	-	-
46	40	34,5	-	-	-	-	-	0,45	0,63	0,75	1,06	1,5	-	-
52	46	40	-	-	-	-	-	0,38	0,53	0,63	0,9	1,25	1,5	-
60	52	46	-	-	-	-	-	-	0,45	0,53	0,75	1,06	1,25	1,5
-	60	52	-	-	-	-	-	-	-	0,45	0,63	0,9	1,06	1,25
-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	0,53	0,75	0,9	1,06
			Công suất cắt N, Kw.											
Tốc độ cắt V, m/ vòng.		10	-	-	-	-	-	1,1	1,5	1,7	2,3	3,0	3,5	4,0
		13,2	-	-	-	-	1,1	1,5	2,0	2,3	3,0	4,0	4,6	5,3
		17,4	-	-	-	1,1	1,5	2,0	2,6	3,0	4,0	5,3	6,1	7,0
		20	-	-	1,0	1,3	1,7	2,3	3,0	3,5	4,6	6,1	7,0	8,0
		26,5	-	1,1	1,3	1,7	2,3	3,0	4,0	4,6	6,1	8,0	9,2	10,5
		30	1,0	1,3	1,5	2,0	2,6	3,5	4,6	5,3	7,0	9,2	10,5	12
		35	1,1	1,5	1,7	2,3	3,0	4,0	5,3	6,1	8,0	10,5	12	14
		40	1,3	1,7	2,0	2,6	3,5	4,6	6,1	7,0	9,2	12	14	16
		46	1,5	2,0	2,3	3,0	4,0	5,3	7,0	8,0	10,5	14	16	-

Bảng 5-93. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan hợp kim đồng bằng mũi khoan thép gió.*

Đường kính khoan mm	Lượng chạy dao S, mm/vòng									
10,0	0,53	0,75	0,9	1,06	-	-	-	-	-	-
13,2	0,38	0,53	0,63	0,75	1,06	-	-	-	-	-
15,0	0,32	0,45	0,53	0,63	0,9	1,06	-	-	-	-
17,4	-	0,38	0,45	0,53	0,75	0,9	1,06	-	-	-
20	-	0,32	0,38	0,45	0,63	0,75	0,9	-	-	-
26,5	-	-	-	-	0,45	0,53	0,63	0,9	1,06	-
30	-	-	-	-	0,38	0,45	0,53	0,75	0,9	1,06
Tốc độ cắt V, m/ph.	Công suất cắt N, kW									
13,2	-	-	-	-	-	-	0,8	1,0	1,1	1,3
17,4	-	-	-	-	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,7
20	-	-	-	-	0,9	1,0	1,1	1,5	1,7	2,0
26,5	-	-	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	2,0	2,3	2,6
30	-	0,8	0,9	1,0	1,3	1,5	1,7	2,3	2,6	3,0
35	-	0,9	1,0	1,1	1,5	1,7	2,0	2,6	3,0	3,5
40	0,8	1,0	1,1	1,3	1,7	2,0	2,3	3,0	3,5	4,0
46	0,9	1,1	1,3	1,5	2,0	2,3	2,6	3,5	4,0	4,6
53	1,0	1,3	1,5	1,7	2,3	2,6	3,0	4,0	4,6	5,3
61	1,1	1,5	1,7	2,0	2,6	3,0	3,5	4,6	5,3	6,0
70	1,3	1,7	2,0	2,3	3,0	3,5	4,0	5,3	6,0	6,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm hợp kim đồng.

Nhóm hợp kim đồng (1)	Không đồng nhất		Chỉ trên nền cấu trúc không đồng nhất	Đồng nhất	Chứa chì < 10% trên nền cấu trúc không đồng nhất	Đồng	Chứa chì > 15%
	Cứng	Trung bình					
Hệ số điều chỉnh	0,75	1,0	0,62	1,8 - 2,2	0,65 - 0,7	1,7 - 2,1	0,25 - 0,45

(1) Theo" bảng mác các loại vật liệu theo nhóm " bảng 5-225.

c) Khoan gang xám bằng mũi khoan hợp kim cứng.

Bảng 5-94. *Lượng chạy dao S, mm / vòng.*

Đường kính mũi khoan , mm	HB gang			
	Tới 200		> 200	
	Nhóm chạy dao			
	I	II	I	II
	Lượng chạy dao S, mm/vòng			
8	0,22 - 0,28	0,18 - 0,22	0,18 - 0,22	0,13 - 0,17
12	0,30 - 0,36	0,22 - 0,28	0,25 - 0,30	0,18 - 0,22
16	0,35 - 0,40	0,25 - 0,30	0,28 - 0,34	0,20 - 0,25
20	0,40 - 0,48	0,27 - 0,33	0,32 - 0,38	0,23 - 0,28
24	0,45 - 0,55	0,33 - 0,38	0,38 - 0,43	0,27 - 0,32
26	0,50 - 0,60	0,37 - 0,44	0,40 - 0,46	0,32 - 0,38
30	0,55 - 0,65	0,40 - 0,50	0,45 - 0,50	0,36 - 0,44

Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao S:

- Nhóm chạy dao I: khoan các lỗ trong điều kiện hệ thống cứng vững, không có dung sai hoặc dung sai cấp chính xác dưới 5, gia công tiếp theo là khoan rộng, khoét hoặc tiện mốc lỗ.
- Nhóm chạy dao II: khoan các lỗ trong điều kiện hệ thống cứng vững trung bình, khoan các lỗ chính xác để sau đó doa lỗ hoặc tạo các lỗ để cắt ren bằng tarô.
- Để ngăn ngừa gẫy mũi khoan khi chạy mũi khoan tự động, ta phải ngắt chạy mũi khoan tự động khi rút mũi khoan ra khỏi lỗ.
- Các hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu khoan cho ở bảng 5-87.

Bảng 5-95. *Tốc độ cắt V khi khoan gang xám bằng mũi khoan hợp kim cứng BK8.*

HB gang	Lượng chạy dao S, mm/vòng.							
125 - 147	0,13	0,19	0,28	0,41	0,6	-	-	-
148 - 174	-	0,13	0,19	0,28	0,41	0,6	-	-
175 - 200	-	-	0,13	0,19	0,28	0,41	0,6	-
207 - 245	-	-	-	0,13	0,19	0,28	0,41	0,6
d,mm	Tốc độ cắt V, mm/ph							
8	103	92	82	72	64	57	51	45
12,5	116	103	92	82	72	64	57	51
20	130	116	103	92	82	72	64	57
30	150	133	118	105	94	83	74	65

Chu kỳ bền T của mũi khoan thường dùng (danh nghĩa)					
d, mm	≤ 10	11 - 15	16 - 20	21 - 25	26 - 30
Chu kỳ bền T, ph	40	50	70	70	80

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T_H của mũi khoan.									
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế T_{tb} và chu kỳ bền danh nghĩa T_H : T_{tb}/T_H	0,25	0,5	1,0	1,5	2	2,5	3	3,5	4,0
Hệ số điều chỉnh	1,32	1,15	1,0	0,92	0,87	0,83	0,8	0,78	0,86

d- đường kính mũi khoan.
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu lỗ khoan cho trong bảng 5-87.

Bảng 5-96. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan gang xám HB 160 - 230 bằng mũi khoan hợp kim cứng.*

d, mm	Lượng chạy dao S, mm/vòng.										
10,6	0,21	0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14,2	-	0,21	0,33	0,41	0,51	-	-	-	-	-	-
16,5	-	0,17	0,26	0,33	0,41	0,64	-	-	-	-	-
19	-	-	0,17	0,26	0,33	0,51	0,64	-	-	-	-
22	-	-	-	0,21	0,26	0,41	0,51	0,64	0,8	-	-
26	-	-	-	0,17	0,21	0,33	0,41	0,51	0,64	0,8	1,0
30	-	-	-	-	0,17	0,26	0,33	0,41	0,51	0,64	0,8
Tốc độ cắt V, mm/ph	Công suất cắt N, kW										
20	-	-	-	-	-	1,4	1,6	1,9	2,3	2,8	3,3
24	-	-	-	-	1,1	1,6	1,9	2,3	2,8	3,3	3,9
29	-	-	-	1,1	1,4	1,9	2,3	2,8	3,3	3,9	4,7
35	-	-	1,1	1,4	1,6	2,3	2,8	3,3	3,9	4,7	5,6
41	-	-	1,4	1,6	1,9	2,8	3,3	3,9	4,7	5,6	6,7
49	-	1,1	1,6	1,9	2,3	3,3	3,9	4,7	5,6	6,7	8,0
59	-	1,4	1,9	2,3	2,8	3,9	4,7	5,6	6,7	8,0	9,6
70	1,1	1,6	2,3	2,8	3,3	4,7	5,6	6,7	8,0	9,6	11,4
84	1,4	1,9	2,8	3,3	3,9	5,6	6,7	8,0	9,6	11,4	-
100	1,6	2,3	3,3	3,9	4,7	6,7	8,0	9,6	11,4	-	-

d- đường kính mũi khoan.

d) Khoan hợp kim nhôm bằng mũi khoan ruột gà thép gió.

Bảng 5-97. *Lượng chạy dao S, mm/vòng.*

l tính theo d,mm	Nhóm chạy dao	Đường kính khoan d, mm									
		2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32
		Lượng chạy dao S mm/vòng.									
≤ 3	I	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,85	1,0
4 - 8		0,08	0,15	0,22	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,65	0,75
> 8	I	0,08	0,15	0,22	0,3	0,4	0,45	0,5	0,6	0,65	0,75
	II	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5

l- chiều sâu cắt; d- đường kính khoan.

Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao S:

- Nhóm chạy dao I: khoan các lỗ , không có dung sai hoặc dung sai cấp chính xác dưới 5.
- Nhóm chạy dao II: khoan các lỗcó dung sai từ cấp chính xác 5, độ cứng vững của chi tiết-đồ gá giảm thấp; khoan các lỗ trên bề mặt nghiêng hoặc trong điều kiện gia công khó khăn hoặc tạo các lỗ để cắt ren bằng tarô.

Bảng 5-98. *Tốc độ cắt V khi khoan hợp kim nhôm bằng mũi khoan thép gió.*

S mm/vòng.	Đường kính khoan d, mm										
	2,5	4	6	8	10	12	16	20	25	32	40
	Tốc độ cắt V, m/ph										
≥0,05	75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,1	53	70	81	92	100	-	-	-		-	-
0,15	39	53	62	69	75	81	90	-	-	-	-
0,2	-	43	50	56	62	67	74	82	-	-	-
0,3	-	-	42	48	52	56	62	68	75	-	
0,4			-	40	45	48	53	59	64	69	75
0,6	-	-	-	-	37	39	44	48	52	56	63
0,8	-	-	-	-	-	-	38	42	46	49	54
1,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	48

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Silumin và hợp kim đúc σ_B= 200÷300MPa; duara có σ_B =400÷500MPa	Silumin và hợp kim đúc σ_B= 100÷200MPa; duara có σ_B =300÷400MPa	Duara có σ_B =200÷300MPa
Hệ số điều chỉnh	1	1,25	1,5

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu dụng cụ cắt.

Mác vật liệu mũi khoan	P9; P18	9XC
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu khoan

Chiều sâu khoan theo D	3D	4D	5D	6D	8D	10D
Hệ số điều chỉnh	1	0,85	0,75	0,7	0,6	0,5

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của mũi khoan.

Chu kỳ bền T, ph	30	60	100	200	300	600
Hệ số điều chỉnh	1,25	1,1	1,0	0,85	0,8	0,7

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dung dịch trơn nguội.

Điều kiện làm việc	Có dung dịch trơn nguội.	Không dung dịch trơn nguội.
Hệ số điều chỉnh.	1,0	0,8

e) Khoan rộng thép, thép đúc và gang xám bằng mũi khoan ruột gà thép gió.

Bảng 5-99. *Lượng chạy dao S mm/vòng.*

Đường kính khoan d, mm	Đường kính lỗ trước khi khoan rộng, mm	Thép, thép đúc.			Gang		
		Nhóm chạy dao.					
		I	II	III	I	II	III
		Lượng chạy dao S, mm/vòng.					
25	10	0,7 - 1,1	0,5 - 0,7	0,3 - 0,4	1,1 - 1,5	0,7 - 1,0	0,4 - 0,5
	15	0,8 - 1,2	0,6 - 0,8	0,4 - 0,5	1,2 - 1,6	0,8 - 1,1	0,45 - 0,6
30	10	0,7 - 1,1	0,5 - 0,7	0,3 - 0,4	1,0 - 1,4	0,7 - 1,1	0,4 - 0,5
	15	0,7 - 1,1	0,5 - 0,7	0,3 - 0,4	1,1 - 1,5	0,8 - 1,2	0,45 - 0,55
	20	0,8 - 1,2	0,6 - 0,8	0,4 - 0,5	1,2 - 1,6	0,8 - 1,2	0,5 - 0,6
40	10	0,8 - 1,2	0,5 - 0,7	0,3 - 0,4	1,0 - 1,6	0,7 - 1,1	0,4 - 0,5
	15	0,9 - 1,2	0,6 - 0,8	0,4 - 0,5	1,1 - 1,7	0,8 - 1,2	0,5 - 0,6
	20	0,9 - 1,3	0,6 - 0,8	0,4 - 0,5	1,2 - 1,8	0,8 - 1,3	0,6 - 0,7
50	20	0,9 - 1,2	0,6 - 0,8	0,4 - 0,5	1,2 - 1,8	0,9 - 1,3	0,5 - 0,6
	30	1,0 - 1,3	0,7 - 0,9	0,4 - 0,5	1,3 - 2,0	1,0 - 1,4	0,6 - 0,7
	40	1,0 - 1,4	0,8 - 0,9	0,5 - 0,6	1,3 - 2,0	1,0 - 1,4	0,7 - 0,8
60	30	0,9 - 1,2	0,7 - 0,8	0,4 - 0,5	1,2 - 1,8	0,9 - 1,2	0,55 - 0,6
	40	1,0 - 1,3	0,8 - 0,9	0,4 - 0,5	1,3 - 2,0	0,9 - 1,3	0,6 - 0,7
	50	1,0 - 1,4	0,8 - 0,9	0,5 - 0,6	1,3 - 2,0	1,0 - 1,4	0,7 - 0,8

Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao S:

- Nhóm chạy dao I: khoan các lỗ trong điều kiện hệ thống cứng vững, không có dung sai hoặc dung sai cấp chính xác dưới 5, gia công tiếp theo là khoét hoặc tiện mốc lỗ.
- Nhóm chạy dao II: khoan các lỗ trong điều kiện hệ thống cứng vững trung bình, (chi tiết lộp có thành mỏng, có vấu lồi), không có dung sai hoặc dung sai cấp chính xác dưới 5, gia công tiếp theo là khoét hoặc tiện mốc lỗ.
- Nhóm chạy dao III: khoan các lỗ chính xác để sau đó doa hoặc khoan rộng để sau đó cắt ren bằng tarô.

Bảng 5-100. *Tốc độ cắt khi khoan rộng thép cacbon, thép hợp kim bằng mũi khoan thép gió, có dung dịch nhờn lạnh.*

Dạng mài mũi khoan		Lượng chạy dao S mm/vòng.										
ДП	H											
Hiệu số D - d, mm												
11,5	5,5	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,0	1,3	1,8	-	-	-
24	11,5	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,0	1,3	1,8	-	-
50	24	-	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,0	1,3	1,8	-
-	50	-	-	0,17	0,23	0,31	0,41	0,55	0,75	1,0	1,3	1,8
Nhóm thép gia công.		Tốc độ cắt V, mm/ph										
1		55	55	55	51	44	38	33	28	24,5	21	18,2
2		55	55	51	44	38	33	28	24,5	21	18,2	15,7
3		55	51	44	38	33	28	24,5	21	18,2	15,7	13,6
4		51	44	38	33	28	24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7
5		44	38	33	28	24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1
6		38	33	28	24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7
7		33	28	24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7	7,5
8		28	24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7	7,5	6,5
9		24,5	21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7	7,5	6,5	5,6
10		21	18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7	7,5	6,5	5,6	4,8
11		18,2	15,7	13,6	11,7	10,1	8,7	7,5	6,5	5,6	4,8	4,2

- Chu kỳ bền và hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của mũi khoan cho trong bảng 5-86
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái thép và vật liệu mũi khoan cho trong bảng 5-86
- D- Đường kính mũi khoan; d - đường kính lỗ trước khi khoan rộng.
- Mác và nhóm thép gia công cho trong bảng 5-225.

Bảng 5-101. *Tốc độ cắt khi khoan rộng gang xám bằng mũi khoan thép gió.*

HB gang														
140 - 152	153 - 166	167 - 181	182 - 199	200 - 217	218 - 240	Lượng chạy dao S mm/vòng.								
Hiệu số đường kính D - d (mm)														
16	-	-	-	-	-	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-	-	-
50	16	-	-	-	-	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-	-
-	50	16	-	-	-	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-
-	-	50	16	-	-	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-
-	-	-	50	16	-	0,32	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-
-	-	-	-	50	16	-	0,32	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4
-	-	-	-	-	50	-	-	0,32	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8
Dạng mài mũi khoan						Tốc độ cắt V, mm/ph								
Д						42	37,5	33	29,5	26	23,5	21,0	18,4	16,4
H						55	31,5	28	25	22	19,6	17,5	17,5	13,8

1- Chu kỳ bền và hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của mũi khoan cho trng bảng 5-90
2-Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái thép và vật liệu mũi khoan cho trng bảng 5-87
D- Đường kính mũi khoan; d - đường kính lox trước khi khoan rộng.

Bảng 5-102. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan rộng thép bằng mũi khoan thép gió.*

$\frac{\sigma_B \text{ MPa}}{\text{HB}}$, Thép																	
≤ 380	380 ÷ 450	460 ÷ 550	500 ÷ 680	690 ÷ 820	830 ÷ 1000	1010 ÷ 1200	Lượng chạy dao S,mm/vòng.										
109	109 ÷ 129	130 ÷ 158	159 ÷ 194	195 ÷ 234	235 ÷ 285	286 ÷ 343											
Hiệu số đường kính D - d (mm)																	
14,6	12,6	10,8	-	-	-	-	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	-	-	-	-	-	-
17	14,6	12,6	10,8	-	-	-	0,42	0,60	0,84	1,2	1,7	2,0	-	-	-	-	-
20	17	14,6	12,6	10,8	-	-	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4	1,7	-	-	-	-	-
23	20	17	14,6	12,6	10,8	-	0,30	0,42	0,60	0,84	1,2	1,4	2,0	-	-	-	-
27	23	20	17	14,6	12,6	10,8	-	0,36	0,50	0,70	1,0	1,2	1,7	-	-	-	-
32	27	23	20	17	14,6	12,6	-	0,30	0,42	0,60	0,84	1,0	1,4	2,0	-	-	-
37	32	27	23	20	17	14,6	-	-	0,36	0,50	0,70	0,84	1,2	1,7	-	-	-
43	37	32	27	23	20	17	-	-	0,30	0,42	0,60	0,70	1,0	1,4	2,0	-	-
50	43	37	32	27	23	20	-	-	-	0,36	0,50	0,60	0,84	1,2	1,7	-	-
-	50	43	37	32	27	23	-	-	-	0,30	0,42	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0	-
-	-	50	43	37	32	27	-	-	-	-	0,36	0,42	0,60	0,84	1,2	1,7	-
-	-	-	50	43	37	32	-	-	-	-	0,30	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4	2,0
-	-	-	-	50	43	37	-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,60	0,84	1,2	1,7
-	-	-	-	-	50	43	-	-	-	-	-	-	0,36	0,50	0,70	1,0	1,4
-	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,60	0,84	1,2
Tốc độ cắt V, m/ph							Công suất cắt N, kW.										
10							-	-	0,8	1,1	1,4	1,6	2,2	2,9	3,8	5,0	6,5
15,1							-	0,9	1,2	1,6	2,2	2,5	3,3	4,3	5,7	7,5	9,9
20							0,9	1,2	1,6	2,2	2,9	3,3	4,3	5,7	7,5	9,9	13
26,4							1,2	1,6	2,2	2,9	3,8	4,3	5,7	7,5	9,9	13	-
30							1,4	1,9	2,5	3,3	4,3	5,0	6,5	8,6	11,4	15	-
35							1,6	2,2	2,9	3,8	5,0	5,7	7,5	9,9	13	-	-
40							1,9	2,5	3,3	4,3	5,7	6,5	8,6	11,4	15	-	-
46							2,2	2,9	3,8	5,0	6,5	7,5	9,9	13	-	-	-

Bảng 5-103. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoan rộng gang xám bằng mũi khoan thép gió.*

HB gang			Lượng chạy dao S, mm/vòng.										
≤ 170	170 - 213	> 213											
Hiệu số đường kính D - d (mm)													
9,6	-	-	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	-	-	-	-	-	-
11,4	9,6	-	0,42	0,6	0,84	1,2	1,7	2,4	-	-	-	-	-
13,6	11,4	9,6	0,36	0,5	0,7	1,0	1,4	2,0	2,4	-	-	-	-
16,6	13,6	11,4	0,30	0,42	0,6	0,84	1,2	1,7	2,0	-	-	-	-
20	16,6	13,6	-	0,36	0,5	0,7	1,0	1,4	1,7	2,4	-	-	-
24	20	16,6	-	0,30	0,42	0,6	0,84	1,2	1,4	2,0	2,4	-	-
28,5	24	20	-	-	0,36	0,5	0,7	1,0	1,2	1,7	2,0	2,4	-
34,5	28,5	24	-	-	0,30	0,42	0,6	0,84	1,0	1,4	1,7	2,0	-
41	34,5	28,5	-	-	-	0,36	0,5	0,7	0,84	1,2	1,4	1,7	2,4
50	41	34,5	-	-	-	0,30	0,42	0,6	0,7	1,0	1,2	1,4	2,0
-	50	41	-	-	-	-	0,36	0,5	0,6	0,84	1,0	1,2	1,7
-	-	50	-	-	-	-	0,30	0,42	0,5	0,7	0,84	1,0	1,4
Tốc độ cắt V, m/ph			Công suất cắt N, Kw.										
10			-	-	-	0,8	1,1	1,5	1,7	2,2	2,5	2,9	3,8
13,2			-	-	0,8	1,1	1,5	1,9	2,2	2,9	3,3	3,8	5,0
17,4			-	0,8	1,1	1,5	1,9	2,5	2,9	3,8	4,4	5,0	6,6
20			-	1,0	1,3	1,7	2,2	2,9	3,3	4,4	5,0	5,8	7,6
26,4			1,0	1,3	1,7	2,2	2,9	3,8	4,4	5,8	6,6	7,6	10,0
30			1,1	1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,0	6,6	7,6	8,7	11,5
35			1,3	1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	5,8	7,6	8,7	10,0	13
40			1,5	1,9	2,5	3,3	4,4	5,8	6,6	8,7	10,0	11,5	15
46			1,7	2,2	2,9	3,8	5,0	6,6	7,6	10,0	11,5	13	-

g) Khoét thép và gang bằng mũi khoét thép gió

Bảng 5-104. *Lượng chạy dao S,mm / vòng.*

Đường kính mũi khoét D, mm	Thép		Gang			
			HB ≤ 200		HB > 200	
	Nhóm chạy dao					
	I	II	I	II	I	II
	Lượng chạy dao S,mm/ vòng.					
15	0,5 - 0,6	0,4 - 0,45	0,7 - 0,9	0,5 - 0,6	0,5 - 0,6	0,40 - 0,45
20	0,6 - 0,7	0,45 - 0,5	0,9 - 1,1	0,6 - 0,7	0,6 - 0,75	0,5 - 0,55
25	0,7 - 0,9	0,5 - 0,6	1,0 - 1,2	0,7 - 0,8	0,7 - 0,8	0,55 - 0,6
30	0,8 - 1,0	0,6 - 0,7	1,1 - 1,3	0,8 - 0,9	0,8 - 0,9	0,6 - 0,7
35	0,9 - 1,1	0,6 - 0,7	1,2 - 1,5	0,9 - 1,0	0,9 - 1,0	0,65 - 0,75
40	0,9 - 1,2	0,7 - 0,8	1,4 - 1,7	1,0 - 1,1	1,0 - 1,2	0,7 - 0,8
50	1,0 - 1,3	0,8 - 0,9	1,6 - 2,0	1,1 - 1,3	1,2 - 1,4	0,85 - 1,0
60	1,1 - 1,3	0,85 - 0,9	1,8 - 2,2	1,2 - 1,4	1,3 - 1,5	0,9 - 1,1
80	1,2 - 1,5	0,90 - 1,1	2,0 - 2,4	1,4 - 1,6	1,4 - 1,7	1,0 - 1,2

- Lượng chạy dao S cho trong bảng dùng trong trường hợp gia công lỗ thủng; khi khoét các lỗ không thủng, đặc biệt là khi đồng thời gia công cả đáy lỗ, thì lượng chạy dao S chỉ giới hạn trong khoảng S = 0,3 ÷ 0,6 mm/vòng.

- Các yếu tố công nghệ của việc chọn lượng chạy dao S :

+ Nhóm chạy dao I: khoét các lỗ không có dung sai hoặc có dung sai dưới cấp chính xác 5. Khoét các lỗ để khoét tiếp theo và doa hoặc là sau đó còn tiếp hai lần doa nữa.

+ Nhóm chạy dao II: Khoét các lỗ có yêu cầu chính xác cao, cấp chính xác 3 ÷ 4 và chiều sâu cắt nhỏ, yêu cầu độ nhám bề mặt cao; khoét các lỗ để doa tiếp theo hoặc là khoét các lỗ để cắt ren.

Bảng 5-105. *Tốc độ cắt V khi khoét thép cacbon, thép hợp kim bằng mũi khoét thép gió có dung dịch trơn nguội.*

Nhóm thép gia công (1)		Lượng chạy dao S,mm/ vòng.												
1		0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-	-	-	-	-	-
2		0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-	-	-	-	-
3		0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-	-	-	-
4		-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-	-	-
5		-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-	-
6		-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2	-
7		-	-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	3,2
8		-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4
9		-	-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8
10		-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3
11		-	-	-	-	-	-	-	-	0,30	0,42	0,56	0,75	1,0
Đường kính d,mm và kiểu mũi khoét	t,mm	Vận tốc cắt V, m/ph												
15-35 (liền)	0,5-1,0	46	39,5	34,5	29,5	25,5	22	19	16,4	14,1	12,2	10,5	9,1	7,8
	1,1-2,0	40,5	35	30	26	22,5	19,3	16,7	14,4	12,4	10,7	9,3	8,0	6,9
	> 2,0	36,5	31,5	27	23,5	20	17,3	15	12,9	11,1	9,6	8,3	7,2	6,2
36-80 (Lắp ghép)	0,5-1,0	41,5	36	31	27	23	19,9	17,k	14,8	12,8	11	9,5	8,2	7,1
	1,1-2,0	36,i	32	27,5	23,5	20,5	17,5	15,1	13	11,2	9,7	8,4	7,2	6,3
	> 20	32,5	28	24,5	21	18	15,6	13,4	11,6	10	8,6	7,5	6,4	5,5

(1) Mác vànhóm thép gia công cho trong bảng cuối chương (5-224).

Chu kỳ bền trung bình T_{TB} của mũi khoét; chu kỳ bền danh nghĩa.						
Đường kính mũi khoét d, mm	Tới 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 80
Chu kỳ bền T_{TB}, ph	30	40	50	60	80	100

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T.					
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa T_{Φ}/T_{H}	0,5	1,0	2	3	4
Hệ số điều chỉnh.	1,23	1,0	0,81	0,72	0,66

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái thép cho trong bảng 5-86.

Bảng 5-106. *Tốc độ cắt V khi khoét gang xám bằng mũi khoét thép gió.*

HB gang		Lượng chạy dao S, mm/vòng											
140 — 152		0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-	-	-
153 166		0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-	-
167 — 181		-	0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-	-
182 — 199		-	-	0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-	-
200 217		-	-	-	0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4	-
218 - 240		-	-	-	-	0,3	0,42	0,56	0,75	1,0	1,3	1,8	2,4
Đường kính d, mm và kiểu mũi khoét	*Chiều sâu cắt* t,mm	Vận tốc cắt V, m/ph											
15-35	0,5-1,0	50	44	40	35	31	27,5	24,5	22	19,5	17,3	15,4	13,7
(liền)	1,1-2,0	47	42	37	33	29	26	23	20,5	18,2	16,2	14,4	12,8
36-80	1,0-2,0	45	40,5	35,5	31	28	25	22	19,7	17,5	15,5	13,8	12,3
(Lắp ghép)	2,1-3,0	43	38,5	34	30	27	24	21	18,8	16,7	14,8	13,2	11,7

Chu kỳ bền trung bình T_{TB} của mũi khoét; chu kỳ bền danh nghĩa.

Đường kính mũi khoét d, mm	Tới 20	21 - 30	31 - 40	41 - 50	51 - 60	61 - 80
Chu kỳ bền T_{TB}, ph	**30**	40	50	60	80	100

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T.

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa T_{tt}/T_{tt}	0,25	0,5	1,0	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,19	1,09	1,0	0,91	0,81	0,84

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt phôi.

Trạng thái bề mặt phôi.	Không có vỏ	Có vỏ cứng đúc
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

h) Khoét thép và gang bằng mũi khoét hợp kim cứng.

Bảng 5-107. *Lượng chạy dao S, mm /vòng.*

Đường kính mũi khoét d, mm	Thép		Gang			
			HB ≤ 200		HB > 200	
	Nhóm chạy dao					
	I	II	I	II	I	II
	Lượng chạy dao S, mm/vòng.					
15	0,5-0,6	0,4-0,5	0,7-0,9	0,55-0,6	05-0,65	0,4-0,45
20	0,6-0,7	0,45-0,5	0,9-1,1	0,6-0,7	0,6-0,75	0,5-0,55
25	0,7-0,9	0,5-0,6	1,0-1,2	0,75-0,8	0,7-0,8	0,55-0,6
30	0,8-1,0	0,6-0,7	1,1-1,3	0,8-0,9	0,8-0,9	0,6-0,7
35	0,9-1,1	065-0,7	1,2-1,5	0,9-1,0	0,9-1,0	0,65-0,75
40	0,9-1,2	0,7-0,8	1,4-1,7	1,0-1,1	1,0-1,2	0,7-0,8
50	1,0-1,3	0,8-0,9	1,6-2,0	1,1-1,3	1,2-1,4	0,85-1,0
60	1,1-1,3	0,85-0,9	1,8-2,2	1,2-1,4	1,3-1,5	0,9-1,1
80	1,2-1,3	0,9-1,1	2,0-2,4	1,4-1,6	1,4-1,7	1,0-1,2
> 80						

1- Lượng chạy dao S trong bảng dùng cho các lỗ thủng, khi khoét các lỗ không thủng (lỗ tắc) đặc biệt là khi đồng thời gia công cả đáy lỗ thì lượng chạy dao S chỉ giới hạn trong S=0,3-0,6 mm/vòng.

2- Lượng chạy dao S trong bảng dùng cho các mũi khoét tiêu chuẩn. Khi gia công bằng các mũi khoét chuyên dùng có chiều sâu cắt t lớn thì giá trị chạy dao cho trong bảng phải giảm đi 30-40%.

Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao S:

- Nhóm chạy dao I: để khoét các lỗ không cho dung sai hoặc dung sai cấp chính xác từ 5 trở xuống, khoét các lỗ để sau đó khoét và doa hoặc sau đó doa tiếp hai lần bằng hai mũi doa.

- Nhóm chạy dao II: để khoét các lỗ có yêu cầu độ chính xác và độ nhám bề mặt cao, khoét các lỗ chính xác cấp 3-4, có chiều sâu cắt nhỏ, khoét các lỗ để sau đó doa hoặc các lỗ để sau đó cắt ren.

Bảng 5-108. *Tốc độ cắt V khi khoét các lỗ thép cacbon, thép hợp kim,thép đúc bằng mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng T15K6 có dung dịch trơn nguội.*

σ_B, $\frac{MPa}{HB}$, gang						Lượng chạy dao S, mm/vòng.											
170 ÷ 540	550 ÷ 610	620 ÷ 700	710 ÷ 800	810 ÷ 910	920 ÷ 1040												
135 - 154	155 - 174	175 - 200	201 - 228	229 - 260	261 - 298												
Chiều sâu cắt t, mm																	
1,0	-	-	-	-	-	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
1,8	1,0	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-	-	-	-	-
3,3	1,8	1,0	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-	-	-	-
6,0	3,3	1,8	1,0	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-	-	-
10	6,0	3,3	1,8	1,0	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-	-
-	10	6,0	3,3	1,8	1,0	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-	-
-	-	10	6,0	3,3	1,8	-	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-	-
-	-	-	10	6,0	3,3	-	-	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8	-
-	-	-	-	10	6,0	-	-	-	-	-	-	-	0,38	0,55	0,8	1,2	1,8
Đường kính khoét d, mm						Tốc độ cắt V, m/ph.											
20						90	80	71	63	56	50	44	39	34,5	31	27	24,5
30						103	92	81	72	64	57	51	45	40	35	31,5	28
40						112	100	89	79	70	62	55	49,5	44	39	34,5	31
50						122	108	96	86	76	67	60	53	47	42	37,5	33,5
60						130	116	103	92	81	72	64	57	51	45	40	35,5
80						144	128	114	101	90	80	71	63	56	50	44	39,5

(tiếp bảng 5-108).

Chu kỳ bền danh nghĩa T của mũi khoét						
Đường kính mũi khoét d, mm	≤ 20	21 — 30	31 — 40	41 — 50	51 — 60	61 — 80
Chu kỳ bền T, phút	30	40	50	60	80	100
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền						
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,41	1,19	1,0	0,84	0,76	0,71
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt						
Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng			Có vỏ cứng đúc		
Hệ số điều chỉnh	1,0			0,8		
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác của hợp kim cứng.						
Mác của hợp kim cứng	T15K6			T5K10		
Hệ số điều chỉnh	1,0			0,65		

Bảng 5-109. *Tốc độ cắt V khi khoét các lỗ gang xám bằng mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng BK8.*

HB Gang						Lượng chạy dao S, mm/vòng.										
133-150	151-165	166-181	182-199	200-218	219-240											
Chiều sâu cắt t, mm																
0,6	-	-	-	-	-	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-	-	-	-	-	-
1,3	0,6	-	-	-	-	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-	-	-	-	-
2,7	1,3	0,6	-	-	-	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-	-	-	-
6,0	2,7	1,3	0,6	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-	-	-
13	6,0	2,7	1,3	0,6	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-	-
-	13	6,0	2,7	1,3	0,6	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2	-
-	-	13	6,0	2,7	1,3	-	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7	2,2
-	-	-	13	6,0	2,7	-	-	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3	1,7
-	-	-	-	13	6,0	-	-	-	-	-	0,35	0,46	0,59	0,77	1,0	1,3
Đường kính khoét d, mm						Tốc độ cắt V, m/ph.										
14 — 80						175	156	138	123	109	97	86	77	68	61	54

Chu kỳ bền danh nghĩa T của mũi khoét					
Đường kính mũi khoét d, mm	≤ 20	21 — 30	31 40	41 — 50	51 — 60	61 80
Chu kỳ bền T, ph	30	40	50	60	80	100

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền					
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,74	1,32	1,0	0,76	0,64	0,57

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt phôi		
Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng đúc
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác của hợp kim cứng.			
Mác của hợp kim cứng	BK8	BK6	BK4
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,2	1,3 1,4

Bảng 5-110. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoét thép bằng mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng T15k6.*

$\frac{\sigma_B, MPa}{HB}$, Thép				Lượng chạy dao S, mm/vòng,										
420÷520	530÷660	670÷840	850÷1060											
120-149	150-189	190-240	241-303											
Chiều sâu cắt t, mm														
0,83	0,66	-	-	0,83	1,2	1,5	2,1	-	-	-	-	-	-	-
1,0	0,83	0,66	-	0,69	1,0	1,2	1,8	2,1	-	-	-	-	-	-
1,3	1,0	0,83	0,66	0,57	0,83	1,0	1,5	1,8	2,1	-	-	-	-	-
1,6	1,3	1,0	0,83	0,47	0,69	0,83	1,2	1,5	1,8	2,1	-	-	-	-
2,0	1,6	1,3	1,0	0,39	0,57	0,69	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	-	-	-
2,6	2,0	1,6	1,3	0,32	0,47	0,57	0,83	1,0	1,2	1,5	1,8	-	-	-
3,2	2,6	2,0	1,6	-	0,39	0,47	0,69	0,83	1,0	1,2	1,5	2,1	-	-
4,0	3,2	2,6	2,0	-	0,32	0,39	0,57	0,69	0,83	1,0	1,2	2,8	2,1	-
5,0	4,0	3,2	2,6	-	-	0,32	0,47	0,57	0,69	0,83	1,0	1,5	1,8	2,1
6,3	5,0	4,0	3,2	-	-	-	0,39	0,47	0,57	0,69	0,83	1,2	1,5	1,8
8,0	6,3	5,0	4,0	-	-	-	0,32	0,39	0,47	0,57	0,69	1,0	1,2	1,5
10	8,0	6,3	5,0	-	-	-	-	0,32	0,39	0,47	0,57	0,83	1,0	1,2
-	10	8,0	6,3	-	-	-	-	-	0,32	0,39	0,47	0,69	0,83	1,0
-	-	10	8,0	-	-	-	-	-	-	0,32	0,39	0,57	0,69	0,83
Đường kính khoét, mm														
20 - 39		40 - 80		Công suất cắt N, kW.										
Tốc độ cắt V, mm/ph														
14		17		0,8	1,2	1,4	2,0	2,4	2,9	3,5	4,1	7,0	5,9	8,4
17		20		1,0	1,4	1,7	2,4	2,9	3,5	4,1	4,9	8,4	7,0	10
20		24		1,2	1,7	2,0	2,9	3,5	4,1	4,9	5,9	10	8,4	12
24		29		1,4	2,0	2,4	3,5	4,1	4,9	5,9	7,0	12	10	14
29		35		1,7	2,4	2,9	4,1	4,9	5,9	7,0	8,4	14	12	17
35		41		2,0	2,9	3,5	4,9	5,9	7,0	8,4	10	17	14	-
41		49		2,4	3,5	4,1	5,9	7,0	8,4	10	12	-	17	-
49		59		2,9	4,1	4,9	7,0	8,4	10	12	14	-	-	-
59		70		3,5	4,9	5,9	8,4	10	12	14	17	-	-	-
70		84		4,1	5,9	7,0	10	12	14	17	-	-	-	-
84		100		4,9	7,0	8,4	12	14	17	-	-	-	-	-
100		120		5,9	8,4	10	14	17	-	-	-	-	-	-
120		142		7,0	10	12	17	-	-	-	-	-	-	-

Bảng 5-111. *Công suất cắt yêu cầu N khi khoét gang xám bằng mũi khoét gắn mảnh hợp kim cứng.*

HB gang			Lượng chạy dao S, mm/vòng,										
≤ 163	163-220	> 220											
Chiều sâu cắt t, mm													
0,66	-	-	0,78	1,0	1,7	2,1	2,8	-	-	-	-	-	-
0,83	0,66	-	0,60	0,78	1,3	1,7	2,1	2,8	-	-	-	-	-
1,0	0,83	0,66	0,48	0,60	1,0	1,3	1,7	2,1	-	-	-	-	-
1,3	1,0	0,83	0,36	0,48	0,78	1,0	1,3	1,7	2,8	-	-	-	-
1,6	1,3	1,0	-	0,36	0,60	0,78	1,0	1,3	2,1	2,8	-	-	-
2,0	1,6	1,3	-	-	0,48	0,60	0,78	1,0	1,7	2,1	-	-	-
2,6	2,0	1,6	-	-	0,36	0,48	0,60	0,78	1,3	1,7	2,8	-	-
3,2	2,6	2,0	-	-	-	0,36	0,48	0,60	1,0	1,3	2,1	2,8	-
4,0	3,2	2,6	-	-	-	-	0,36	0,48	0,78	1,0	1,7	2,1	-
5,0	4,0	3,2	-	-	-	-	-	0,36	0,60	0,78	1,3	1,7	2,8
6,3	5,0	4,0	-	-	-	-	-	-	0,48	0,60	1,0	1,3	2,1
8,0	6,3	5,0	-	-	-	-	-	-	0,36	0,48	0,78	1,0	1,7
10	8,0	6,3	-	-	-	-	-	-	-	0,36	0,60	0,78	1,3
-	10	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	0,48	0,60	1,0
Đường kính khoét, mm			Công suất cắt N, kW.										
14 - 35	36 - 80												
Tốc độ cắt V, mm/ph													
21	24		-	-	-	-	0,9	1,0	1,5	1,8	2,5	3,0	4,3
26	29		-	-	-	0,9	1,0	1,2	1,8	2,1	3,0	3,6	5,1
31	35		-	-	0,9	1,0	1,2	1,5	2,1	2,5	3,6	4,3	6,1
37	41		-	-	1,0	1,2	1,5	1,8	2,5	3,0	4,3	5,1	7,3
44	49		-	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	3,0	3,6	5,1	6,1	8,7
52	59		0,9	1,0	1,5	1,8	2,1	2,5	3,6	4,3	6,1	7,3	10,5
62	70		1,0	1,2	1,8	2,1	2,5	3,0	4,3	5,1	7,3	8,7	12,5
74	84		1,2	1,5	2,1	2,5	3,0	3,6	5,1	6,1	8,7	10,5	15
89	100		1,5	1,8	2,5	3,0	3,6	4,3	6,1	7,3	10,5	12,5	17,5
106	119		1,8	2,1	3,0	3,6	4,3	5,1	7,3	8,7	12,5	15	-
127	142		2,1	2,5	3,6	4,3	5,1	6,1	8,7	10,5	15	17,5	-
152	170		2,5	3,0	4,3	5,1	6,1	7,3	10,5	12,5	17,5	-	-

i) Doa thép và gang bằng mũi doa máy thép gió.

Bảng 5-112. *Lượng chạy dao S, mm / vòng.*

Đường kính doa d, mm	Thép			Gang					
				HB < 200			HB > 200		
	Nhóm chạy dao								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Lượng chạy dao S, mm/vòng								
10	0,8	0,7	0,5	2,2	1,7	1,4	1,7	1,4	1,0
15	0,9	0,8	0,6	2,4	1,9	1,5	1,9	1,5	1,2
20	1,0	0,8	0,7	2,6	2,0	1,7	2,0	1,7	1,4
25	1,1	0,9	0,8	2,7	2,2	1,9	2,2	1,9	1,5
30	1,2	1,0	0,8	3,1	2,4	2,0	2,4	1,9	1,5
35	1,3	1,0	0,9	3,2	2,6	2,0	2,6	2,0	1,5
40	1,4	1,2	1,0	3,4	2,7	2,2	2,7	2,0	1,7
50	1,5	1,4	1,2	3,8	3,1	2,6	3,1	2,2	1,9
60	1,7	1,5	1,4	4,3	3,4	2,9	3,4	2,6	2,2
≥ 80	2,0	1,7	1,5	5,0	4,0	3,4	3,8	2,7	2,6

- Lượng chạy dao S trong bảng dùng trong trường hợp lỗ thủng; khi doa các lỗ không thủng, đặc biệt là đồng thời gia công cả đáy lỗ thì lượng chạy dao nằm trong phạm vi S = 0,2 ÷ 0,5mm/vòng.

- Các yếu tố công nghệ để chọn lượng chạy dao:

+ Nhóm chạy dao I: dùng để doa thô, sau đó tiếp tục doa tinh.

+ Nhóm chạy dao II: doa tinh các lỗ qua một bước đạt cấp chính xác 3 - 4 và độ nhám bề mặt đạt Rz = 20. Doa các lỗ để sau đó tiếp tục nguyên công "khôn"hoặc đánh bóng.

+ Nhóm chạy dao III: bước doa tinh sau khi đã doa thô đạt cấp chính xác 2 hoặc độ nhám bề mặt đạt Rz = 2,5 ÷ 1,25 μm./.

Bảng 5-113. *Tốc độ cắt V khi doa thép cacbon, thép hợp kim bằng mũi doa thép gió có dung dịch trơn nguội.*

Doa thô													
Nhóm thép gia công (1)	Lượng chạy dao S, mm/vòng												
1	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-	-	-	-	-	-
2	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-	-	-	-	-
3	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-	-	-	-
4	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-	-	-
5	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-	-
6	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	-
7	-	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0
8	-	-	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2	4,0
9	-	-	-	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5	3,2
10	-	-	-	-	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0	2,5
11	-	-	-	-	-	-	0,50	0,63	0,8	1,0	1,3	1,6	2,0
Đường kính mũi doa d, mm	Tốc độ cắt V, m/ph												
10 ÷ 20	16,5	14,3	13	10,6	9,2	7,9	6,8	5,9	5,1	4,4	3,8	3,3	2,8
21 ÷ 80	14,3	13	10,6	9,2	7,9	6,8	5,9	5,1	4,4	3,8	3,3	2,8	2,4

Doa tinh		
Cấp chính xác	Độ nhám bề mặt	Tốc độ cắt V, m/ph
2 ÷ 2a	Ra 2,5 ÷ Ra1,25	2 ÷ 3
	Rz 20 ÷ Rz10	4÷ 5

(1) Mác và nhóm thép - - cho trong bảng 5-225.

Chu kỳ bền danh nghĩa của mũi doa (doa thô)			
Đường kính mũi doa d, mm	10 ÷ 20	21 ÷ 40	45 ÷ 80
Chu kỳ bền T, ph	40	80	120

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của mũi doa							
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,74	1,32	1,0	0,85	0,76	0,69	0,64

1- chế độ doa thô bảo đảm đạt được cấp chính xác 3 ÷ 4 và độ nhám bề mặt Rz20.

2- để doa thô, tốc độ cắt được tính toán khi gia công với lượng dư trong khoảng 0,2 ÷ 0,4mm theo đường kính của lỗ. Khi thay đổi lượng dư tới 1,5 ÷ 2 lần dung sai, thì tốc độ cắt không được vượt quá 8 ÷ 12% ./.

Bảng 5-114. *Tốc độ cắt V khi doa gang xám bằng mũi doa thép gió.*

HB gang	Lượng chạy dao S, mm/vòng.													
140-152	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2	-	-	-	-	-
153-166	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2	-	-	-	-
167-181	-	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2	-	-	-
182-199	-	-	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2	-	-
200-217	-	-	-	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2	-
218-250	-	-	-	-	0,62	0,79	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,3	4,1	5,2
d,mm	Tốc độ cắt V, m/ph													
10 – 20	16,7	15	13,2	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1	3,6
21 – 80	15	13,2	11,7	10,4	9,3	8,2	7,3	6,5	5,8	5,1	4,6	4,1	3,6	3,2

Chu kỳ bền danh nghĩa T của doa.			
Đường kính mũi doa d, mm	10 – 20	21 – 40	41 – 80
Chu kỳ bền danh nghĩa T, ph	60	120	180

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của mũi doa.							
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Φ$ với chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Φ/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2	2,5	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,51	1,23	1,0	0,89	0,81	0,76	0,72

1- khi tính toán tốc độ cắt V, lượng dư gia công lấy trong giới hạn 0,2 - 0,4mm theo đường kính. Khi thay đổi lượng dư tới 1,5 ÷ 2 lần dung sai, thì tốc độ cắt V không vượt quá 0,5 ÷0,7%.

2- chế độ cắt được giới thiệu trong bảng bảo đảm nhận được cấp chính xác 2 ÷ 3 và độ nhám bề mặt nằm trong phạm vi Ra2,5 ÷ Ra1,25.

Bảng 5-115. *Doa thép và gang bằng mũi doa côn thép gió.*

Lượng chạy dao S, mm/vòng.												
Vật liệu gia công	Đặc điểm gia công	Đường kính lỗ đã qua khoan trước khi doa										
		10	15	20	25	30	40	50	60	70	80	100
		Lượng chạy dao S, mm/vòng.										
Thép	Bước thô	0,1	0,15	0,20	0,30	0,40	0,55	0,75	0,80	0,85	0,90	1,00
	Bước tinh	0,08	0,11	0,13	0,15	0,18	0,22	0,25	0,30	0,32	0,35	0,40
Gang xám	Bước thô	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,50	0,60	0,65	0,75	0,90
	Bước tinh	0,10	0,15	0,18	0,22	0,25	0,30	0,40	0,45	0,50	0,55	0,65

Tốc độ cắt V, m/ph.		
Vật liệu gia công	Đặc điểm gia công	Tốc độ cắt V, m/ph.
Thép cacbon σ_B = 750MPa có dung dịch trơn nguội	Bước thô	6,0
	Bước tinh	4,0
Gang xám HB 190	Bước thô	8,0
	Bước tinh	5,0

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt khi cắt ở bước thô, phụ thuộc vào độ cứng của vật liu.

Gang xám	HB	140-152	153-166	167-181	182-199	200-217	218-240
	Hệ số điều chỉnh	1,42	1,27	1,12	1,0	0,89	0,79

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt khi cắt ở bước thô, phụ thuộc vào mác thép và cơ tính của chúng cho ở bảng 5-225 ở cuối chương.

Bảng 5-116. *Doa thép và gang xám bằng mũi doa máy gắn mảnh hợp kim cứng.*

Lượng chạy dao S, mm/vòng.				
Vật liệu gia công	Đường kính mũi doa d, mm			
	10 - 20	21 - 40	41 - 60	> 60
	Lượng chạy dao S, mm/vòng.			
Thép và gang xám	0,8 - 1,2	1,0 - 1,3	1,0 - 1,5	1,5 - 2,0

Tốc độ cắt V, m/ph.				
Vật liệu gia công	Vật liệu cắt	Độ nhám bề mặt	Đường kính doa d,mm	Tốc độ cắt V, m/ph.
Thép cacbon σ_B = 600 ÷ 900MPa	T15K6	Rz 20 ÷ Rz10	-	60 - 80
			≤ 20	15
		Ra1,25 ÷ Ra 0,32	> 20	10
Gang xám HB 150-220	BK8;BK6;BK4	Ra 2,5 ÷ Ra1,25	-	60 - 80

K) Doa hợp kim đồng bằng mũi doa máy thép gió.

Bảng 5-117. *Chế độ cắt.*

Lượng chạy dao S,mm/vòng.
Khi doa đồng thau, đồng vàng (đỏ), lượng chạy dao lấy giống như lượng chạy dao để doa gang và thép.
Tốc độ cắt V, m/ph.
Khi doa đồng thau, tốc độ cắt lấy giống như tốc độ cắt khi gia công thép cacbon nhóm 4 với hệ số điều chỉnh k = 3. Gia công đồng vàng (đỏ), tốc độ cắt lấy giống như tốc độ cắt khi gia công gang xám có HB 182 — 200./.

l) Doa hợp kim nhôm bằng mũi doa máy thép gió.

Bảng 5-118. *Chế độ cắt.*

Nhóm chạy dao	Lương chạy dao S, mm/vòng.									
	Đường kính gia công, mm									
	8	10	12	16	20	25	32	40	60	80
	Lương chạy dao S, mm/vòng.									
I	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,3	1,6	1,8
II	0,35	0,4	0,45	0,5	0,6	0,65	0,7	0,9	1,1	1,2

1- khi gia công các lỗ không thông, lương chạy dao S không vượt quá 0,5 mm/vòng.

2- khi doa các lỗ chính xác cấp 2 và độ nhám bề mặt Ra1,25 ÷ Ra0,63 μm, lương chạy dao lấy theo nhóm II và nhân với hệ số k = 0,5.

Các yếu tố công nghệ để chọn lương chạy dao:

Nhóm chạy dao I: dùng để doa thô, sau đó là doa tinh.

Nhóm chạy dao II: dùng để doa tinh sau doa thô hoặc là chỉ doa một lần.

Tốc độ cắt V, m/ph.		
Cấp chính xác	Độ nhám bề mặt	Tốc độ cắt V, m/ph
Không hơn cấp 3	Ra2,5 ÷ Ra1,25	25 — 50
Cấp 2	Ra2,5 ÷ Ra1,25	15 — 20
Cấp 2	Ra 1,25 ÷ Ra 0,63	8 — 12

Với các mũi doa hợp kim cứng, tốc độ cắt cũng lấy như trên,nhưng khi độ tuổi bền của mũi doa tăng lên hơn 3 lần./.

6. Phay.

a) Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu thép gió.

Bảng 5-119. *Lương chạy dao Sz*

Công suất máy (đầu phay), kW	Độ cứng vững của hệ thống công nghệ.	Lương chạy dao thô Sz			
		Dao phay			
		Liền có răng chưa hoặc lắp ghép		Liền có răng mau	
		Lương chạy dao Sz, mm/răng			
		Thép (1)	Hợp kim đồng	Thép	Hợp kim đồng
> 10	Cao	0,2 — 0,3	0,4 — 0,6	-	-
	Trung bình	0,15 — 0,25	0,3 — 0,5	-	-
	Thấp	0,1 — 0,15	0,2 — 0,3	-	-
5 - 10	Cao	0,12 — 0,2	0,3 — 0,5	0,08 - 0,12	0,2 — 0,35
	Trung bình	0,08 — 0,15	0,2 — 0,4	0,06 — 0,1	0,15 — 0,3
	Thấp	0,06 — 0,1	0,15 — 0,25	0,04-0,08	0,1 — 0,2
≤ 5	Trung bình	0,04 — 0,06	0,15 — 0,3	0,04-0,06	0,12 — 0,12
	Thấp	0,04 — 0,06	0,1 — 0,2	0,04-0,06	0,08 — 0,15

(1) thép cacbon và thép hợp kim. Trị số lương chạy dao Sz lớn dùng khi chiều sâu cắt t và chiều rộng gia công nhỏ, lương chạy dao Sz nhỏ dùng cho trường hợp ngược lại.

Độ nhám bề mặt	Lương chạy dao tinh So			
	Vật liệu gia công			
	Thép 45;40X cán; 40X thường hoá	Thép 35	Thép 45 tăng bền	Thép 10; 20; 20X
	Lương chạy dao So, mm/vòng			
Rz40	2,7 - 1,2	3,1 - 1,4	5,6 - 2,6	3,9 - 1,8
Rz20	1,2 - 0,5	1,4 - 0,5	2,6 - 1,0	1,8 - 0,7
Rz10	0,5 - 0,23	0,5 - 0,3	1,0 - 0,4	0,7 - 0,3

Lương chạy dao tinh So cho trong bảng được dùng khi hệ thống công nghệ cứng vững, khi gia công bằng dao phay có góc nghiêng phụ $\varphi_1 = 2^0$. Với dao phay có $\varphi_1 = 0^0$, lương chạy dao tinh So có thể tăng lên 50 -- 80%./.

Bảng 5-120. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay mặt đầu lắp các răng dao bằng thép gió.*

Có dung dịch trơn nguội								
T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng.					
			0,05	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33
			Tốc độ cắt V, m/ph					
180	75/10	3	54	48	43	38	-	-
		10	49	43,5	38,5	34	-	-
180	90/10	3	55	49,5	44	39	-	-
		10	49,5	44	39,5	35	-	-
180	110/12	3	55,5	49,5	44	39	34,5	-
		10	49	44	39,5	35	31	-
180	150/16	3	56	49,5	44,5	39	35	-
		10	49,5	44,5	39,5	35	31	-
240	200/20	3	53	47	42	37,5	33,5	29,5
		10	47	42	37,5	33,5	29,5	26,5
240	225/22	3	53	46,5	42,5	37,5	33,5	29,5
		10	47,5	41,5	36,5	33	29,5	26

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép

σ_B, MPa Thép	380÷440	450÷510	520÷590	600÷700	710÷800	810÷930	940÷1070	1080÷124
HB	111-126	127-146	147-169	170-200	201-229	230-266	267-306	307-354
Nhóm thép	Hệ số điều chỉnh							
Cacbon và nicken.	1,06	1,21	1,34	1,15	1,0	0,86	0,66	0,49
Crôm và crôm-nicken.	-	1,6	1,34	1,08	0,9	0,75	0,56	0,42
Crôm-nicken-vonfram.	-	-	1,07	0,92	0,,8	0,69	0,53	0,39
Manggan.	-	1,15	1,0	0,86	0,75	0,65	0,5	0,37
Crôm-manggan	-	-	0,94	0,81	0,7	0,61	0,46	0,34

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt gia công

Trạng thái bề mặt	Không có vỏ cứng và cán	Có vỏ cứng					
		Rèn hoặc dập σ_B, MPa			Đúc σ_B, MPa		
		< 600	600÷700	> 700	< 600	600÷700	> 700
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8	0,85	0,9	0,75	0,8	0,85

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^o	90	60	45	30
Hệ số điều chỉnh	0,89	1,0	1,05	1,18

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,32	1,15	1,0	0,92	0,87	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay

Tỷ số giữa chiều rộng phay B và đường kính dao phay D: B/D_{ph}	< 0,4	> 0,4
Hệ số điều chỉnh	1,12	1,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dạng gia công

Dạng gia công	Thô	Tinh
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Bảng 5-121. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay mặt đầu liền khối thép gió có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng.						
			0,03	0,05	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33
			Tốc độ cắt V, m/ph						
120	40/12	3	61	55	49	43,5	38,5	34	30,5
		10	55	49	44	38,5	34	30,5	27
180	60/10	3	60	53	47,5	42	37,5	33	29,5
		10	53	47	42	37,5	33,5	30	26,5
180	60/16	3	58	51	45,5	40,5	36	32	28,5
		10	51	46	40,5	36	32	28,5	25,5
180	75/18	3	58	52	45,5	40,5	36	32	28,5
		10	52	45,5	40,5	36,5	32,5	28,5	25,5
Hệ số điều chỉnh theo bảng 5-120.									

Bảng 5-122. *Tốc độ cắt V khi phay hợp kim đồng bằng dao phay mặt đầu lắp răng thép gió.*

T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng.						
			0,05	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44
			Tốc độ cắt V, m/ph						
180	75/10	3	113	101	91	80	71	-	-
		10	102	91	81	72	64	-	-
180	90/10	3	116	104	93	82	72	-	-
		10	104	93	82	73	65	-	-
180	110/12	3	116	104	93	82	73	65	-
		10	103	92	83	73	65	58	-
180	150/16	3	117	104	93	82	73	65	-
		10	104	93	83	73	65	58	-
240	200/20	3	110	99	88	79	70	62	55
		10	99	88	79	70	62	55	49
240	225/22	3	112	98	89	78	70	62	55
		10	99	88	77	70	62	55	49,5

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và mác hợp kim đồng cho trong bảng 5-226 ở cuối chương.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt gia công

Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng	
		HB ≤ 200	HB >200
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9	0,95

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^0	90	60	45
Góc nghiêng chính	0,89	1,0	1,05

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,32	1,15	1,0	0,92	0,87	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay

Tỷ số giữa chiều rộng phay B và đường kính dao phay D: B/D	< 0,4	≥ 0,4
Hệ số điều chỉnh	1,12	1,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dạng gia công

Dạng gia công	Thô	Tinh
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Bảng 5-123. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay thép bằng dao phay mặt đầu liền khối thép gió.*

Sz,mm/răng		Chiều sâu cắt t, mm																		
≤ 0,2	> 0,12																			
B, mm																				
-	40	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	47	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	65	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-
76	89	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-
105	123	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-
145	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-
200	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12
235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10
Sph, mm/phút		Công suất cắt N, kW																		
42		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1
60		-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3
86		-	-	-	-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4
102		-	—	-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1
122		-	-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8
145		-	-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7
174		-	-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7	-
205		-	1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7	-	-
250		1,2	1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7	-	-	-
300		1,5	1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7	-	-	-	-
355		1,7	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10,4	12,1	14,8	17,7	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc cơ tính của thép.

σ_B, MPa / HB Thép	≤ 550 / ≤ 160	55 ÷ 100 / 160 ÷ 285	> 1000 / > 285
Hệ số điều chỉnh	0,84	1,0	1,20

Bảng 5-124. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay hợp kim đồng bằng dao phay mặt đầu thép gió.*

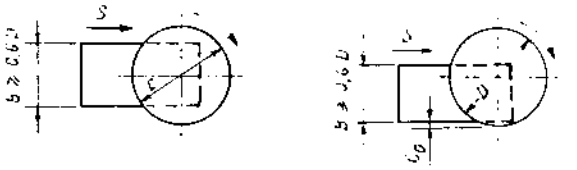
$S_z$mm/răng		Chiều sâu cắt t, mm																		
Tới 0,2	> 0,12																			
B, mm																				
-	40	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	47	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
55	65	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-
76	89	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-	-
89	105	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-	-
105	123	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-	-	-
145	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12	-	-
200	235	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10	12
235	-	-						-	-	-	-	-	-	3	4	5	6	7	8	10
S_{ph}, mm/vòng		Công suất cắt N, Kw																		
86		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6
102		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5
145		-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9
174		-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4
205		-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2
250		-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4
300		-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4	16
355		-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4	16	-
420		-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4	16	-	-
500		1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4	16	-	-	-
600		1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,3	3,9	4,6	5,5	6,6	7,9	9,4	11,2	13,4	16	-	-	-	-

b) Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng.

Sơ đồ gá đặt dao phay:

I - Đối xứng. II — Không đối xứng.

$C_o = (0,03 \div 0,05)D$



Bảng 5-125. *Lượng chạy dao*

Lượng chạy dao thô Sz								
Công suất máy N, kW	Thép σ_B, MPa				Gang, HB			
	≤ 600		> 600		≤ 180		> 180	
	Mác hợp kim							
	T5K10	T15K6	T5K10	T15K6	BK8	BK6	BK8	BK6
	Lượng chạy dao răng Sz, mm/ răng							
> 10	0,2-0,24	0,14-0,18	0,16-0,20	0,12-0,15	0,32-0,38	0,22-0,28	0,25-0,32	0,18-0,24
5-10	0,15-0,18	0,12-0,15	0,12-0,14	0,09-0,11	0,24-0,29	0,19-0,24	0,2-0,24	0,14-0,18

Giá trị lượng chạy dao thô S_Z cho trong bảng được dùng cho các loại dao phay tiêu chuẩn. Khi dùng các dao phay phi tiêu chuẩn lượng chạy dao cần phải giảm đi 15 — 20%.

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cách gá lắp dao phay.

Cách lắp dao	Đối xứng	Không đối xứng
Hệ số điều chỉnh	1,0	2,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^o	90	60	45	30	15
Hệ số điều chỉnh	0,7	1,0	1,0	1,5	2,8

Lượng chạy dao tinh S_o

Vật liệu gia công		Góc nghiêng phụ φ_1	Độ nhám bề mặt			
			Rz20	Rz10	Rz6,3	Rz3,2
			Lượng chạy dao vòng So,mm/vòng			
Thép σ_B, MPa	≤ 700	5	0,80 - 0,50	0,55 - 0,40	0,25 - 0,20	0,15
		2	1,6 - 1,0	1,1 - 0,80	0,50 - 0,40	0,30
	> 700	5	1,0 - 0,7	0,60 - 0,45	0,30 - 0,20	0,20 - 0,15
		2	2,0 - 1,4	1,2 - 0,90	0,60 - 0,40	0,40 - 0,30

Giai đoạn làm việc đầu tiên của dao, khi độ mòn h = 0,2 ÷ 0,3 mm thì độ nhám bề mặt khi phay tinh giảm đi khoảng một cấp./.

Bảng 5-126. *Tốc độ cắt khi phay thép cacbon, thép hợp kim bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng.*

T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/vòng					
			0,07	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33
			Tốc độ cắt V, m/ph.					
180	80/5	1,5	398	352	316	282	249	220
		5,0	352	316	282	249	220	196
	110/4	1,5	398	352	316	282	249	220
		5,0	352	316	282	249	220	196
	150/6	5	352	316	282	249	220	196
		16	316	282	249	220	196	174
240	200/8	5	336	298	266	236	209	186
		16	298	266	236	209	186	166
	250/8	5	336	298	266	236	209	186
		16	298	266	236	209	186	166
300	320/10	5	332	286	252	226	199	178
		16	286	252	226	199	178	158
420	400/12	5	298	266	236	209	186	166
		16	266	236	209	186	166	116

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép.

Thép σ_B, MPa	≤ 560	560÷620	630÷700	710÷790	800÷890	900÷1000
HB	≤ 160	160-177	180-200	203-226	228-255	257-285
Hệ số điều chỉnh	1,42	1,26	1,12	1,0	0,89	0,79

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф/T_H$	0,5	1,0	1,5	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,0	0,92	0,87	0,8	0,76

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác hợp kim cứng

Mác hợp kim cứng	T15K6	T5K10
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,66

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công

Trạng thái bề mặt gia công	Không vỏ cứng và cán	Có vỏ cứng	
		Rèn hoặc dập	Đúc
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay

Tỷ số giữa chiều rộng phay B và đường kính dao phay D: B/D	≤ 0,45	0,45 - 0,8	> 0,8
Hệ số điều chỉnh	1,13	1,0	0,89

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^o	60 - 90	30 - 45	15
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1	1,05

Bảng 5-127. *Tốc độ cắt V khi phay gang xám bằng dao phay mặt đầu gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
			0,1	0,13	0,18	0,26	0,36	0,5	0,7
			Tốc độ cắt V, m/ph.						
120	75/10	1,5	260	232	-	-	-	-	-
		3,5	232	204	-	-	-	-	-
		7,5	204	181	-	-	-	-	-
	90/10	1,5	260	232	204	-	-	-	-
		3,5	232	204	181	-	-	-	-
		7,5	204	181	162	-	-	-	-
180	110/12	1,5	228	203	180	158	-	-	-
		3,5	203	180	158	141	-	-	-
		7,5	180	158	141	126	-	-	-
	150/14	1,5	228	203	180	158	141	-	-
		3,5	203	180	158	141	126	-	-
		7,5	180	158	141	126	112	-	-
	200/16	1,5	228	203	180	158	141	126	-
		3,5	203	180	158	141	126	112	-
		7,5	180	158	141	126	112	100	-
240	250/20	3,5	185	165	145	128	115	102	90
		7,5	165	145	128	115	102	90	81
		16	145	128	115	102	90	81	72
300	300/22	3,5	172	153	136	121	107	96	86
		7,5	153	136	121	107	96	86	77
		16	136	121	107	96	86	77	68
	350/24	3,5	172	153	136	121	107	96	86
		7,5	153	136	121	107	96	85	76
		16	136	121	107	96	86	75	68
420	400/28	3,5	154	137	122	108	97	86	76
		7,5	137	122	108	97	86	76	68
		16	122	108	97	86	76	68	60

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang.

HB, gang	≤ 150	150-164	165-181	182-199	200-219	220-240
Hệ số điều chỉnh	1,42	1,26	1,12	1,0	0,89	0,79

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,5	1,0	1,5	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,25	1,0	0,88	0,80	0,7	0,64

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào mác hợp kim cứng

Mác hợp kim cứng	BK6	BK8
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công

Trạng thái bề mặt gia công	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay

Tỷ số giữa chiều rộng phay B và đường kính dao phay D: B/D	≤ 0,45	0,45 - 0,8	> 0,8
Hệ số điều chỉnh	1,13	1,0	0,89

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính

Góc nghiêng chính φ^0	90	60	45 - 15
Hệ số điều chỉnh	0,95	1,0	1,1

c) Phay bằng dao phay mặt đầu một răng có lưỡi cắt rộng bản.

Bảng 5-128. *Chế độ cắt khi phay tinh mặt phẳng đạt độ nhám Ra 2,5 ÷ Ra 1,25 μm, đối với thép σ_B = 500 ÷ 600 MPa bằng dao hợp kim cứng.*

Đường kính dao D, mm	Chiều rộng phay B, mm	Diện tích bề mặt gia công, m^2	Lượng chạy dao vòng S_o, mm/vòng	Chiều sâu cắt t, mm		
				0,05	0,1	0,2
				Tốc độ cắt V, m/ph		
250	100 - 240	1,5	1	353	338	323
			2	300	288	275
			3	274	262	260
		3,0	1	317	305	291
			2	270	260	241
			3	246	237	226
		5,0	1	295	283	270
			2	252	241	230
			3	230	220	210
400	200 - 380	1,5	1	359	344	329
			2	306	293	280
			3	280	267	255
		3,0	1	322	309	295
			2	274	262	252
			3	250	239	229
		5,0	1	300	288	275
			2	256	245	234
			3	231	221	212

Bảng 5-129. *Công suất cắt N khi phay thép bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng.*

σ_B, MPa			Chiều sâu cắt t, mm											
≤ 560	560-1000	> 1000												
Chiều rộng phay B, mm														
45	38	-	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14	-	-	-	-	-
62	52	45	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14	-	-	-	-
85	72	62	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14	-	-	-
117	100	85	-	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14	-	-
162	138	117	-	-	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14	-
214	190	162	-	-	-	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10	14
250	214	190	-	-	-	-	-	1,4	2,0	2,9	4,2	5,9	8,4	12
295	250	214	-	-	-	-	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0	10
350	295	250	-	-	-	-	-	-	1,4	2,0	2,9	4,2	5,9	8,4
-	350	295	-	-	-	-	-	-	1,2	1,7	2,4	3,5	4,9	7,0
-	-	350	-	-	-	-	-	-	-	1,4	2,9	2,0	4,2	5,9
Đường kính dao × số răng D × Z			Công suất cắt N, kW											
80 × 5	110 × 4	250 × 8												
	150 × 6	320 × 10												
	200 × 8	400 × 12												
Lượng chạy dao phút S*mm*/ph														
-	-	106	-	-	-	1,1	1,6	2,3	3,2	4,6	6,6	9,4	13	19
94	110	132	-	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5
145	175	200	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-
230	270	320	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-	-
350	420	500	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-	-	-
440	530	620	1,6	2,3	3,2	4,6	6,6	9,4	13	19	27	-	-	-
550	660	770	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-	-	-	-
680	820	960	2,3	3,2	4,6	6,6	9,4	13	19	27	-	-	-	-
850	1030	1200	2,7	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-	-	-	-	-
1070	1280	1500	3,2	4,6	6,6	9,4	13	19	27	-	-	-	-	-
1340	1600	-	3,8	5,5	7,8	11	16	22,5	-	-	-	-	-	-
1670	-	-	4,6	6,6	9,4	13	19	27	-	-	-	-	-	-

Các hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng chính						Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc trước.			
Góc nghiêng chính φ^0	15	30	60	75	90	Góc trước γ^0	-10	0	+10
Hệ số điều chỉnh	1,23	1,15	1,0	1,06	1,14	Hệ số điều chỉnh	1,0	0,89	0,78

Bảng 5-130. *Công suất cắt N khi phay gang xám bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng.*

HB gang			Chiều sâu cắt t, mm													
146–173	174-207	208-248														
35	-	-	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-	-	-	-	-	-
50	42	35	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-	-	-	-	-
70	60	50	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-	-	-	-
100	85	70	-	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-	-	-
145	120	100	-	-	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-	-
170	145	120	-	-	-	-	1,2	1,8	2,7	4,0	6,0	9,0	13	-	-	-
205	170	145	-	-	-	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-	-
245	205	170	-	-	-	-	-	1,2	1,8	2,7	4,0	6,0	9,0	13	-	-
295	245	205	-	-	-	-	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16	-
350	295	245	-	-	-	-	-	-	1,2	1,8	2,7	4,0	6,0	9,0	13	-
-	350	295	-	-	-	-	-	-	1,0	1,5	2,2	3,3	5,0	7,3	11	16
-	-	350	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,8	2,7	4,0	6,0	9,0	13
Tất cả các đường kính dao			Công suất cắt N, kW													
Lương chạy dao răng S_z, mm/ răng																
0,13	0,25	0,5	1,0													
Lương chạy dao phút S_{ph}, mm/ph																
-	-	-	160	-	-	-	-	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9
-	-	160	190	-	-	-	-	-	1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0
-	160	190	230	-	-	-	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5
160	190	230	270	-	-	-	-	1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27
190	230	270	325	-	-	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5
230	270	325	385	-	-	-	1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-
270	325	385	460	-	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-
325	385	460	550	Nhỏ hơn 1 kW		1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-	-
385	460	550	660	-	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-	-
460	550	660	790	-	1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-	-	-
550	660	790	940	-	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-	-	-
660	790	940	1120	1,1	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-	-	-	-
790	940	1120	1340	1,3	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-	-	-	-
940	1120	1340	1600	1,6	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-	-	-	-	-
1120	1340	1600	-	1,9	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-	-	-	-	-
1340	1600	-	-	2,3	3,3	4,6	6,6	9,4	13,3	19,0	27	-	-	-	-	-	-
1600	-	-	-	2,7	3,8	5,5	7,8	11,0	15,9	22,5	32,5	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc góc nghiêng chính cho trong bảng 5-129.

d) Phay bằng dao phay trụ thép gió.

Bảng 5-131. *Lượng chạy dao*

Lượng chạy dao thô Sz					
Công suất máy (đầu phay), kW	Độ cứng vững của hệ thống chi tiết - đồ gá	Dao phay			
		Có răng lớn và răng chắp		Có răng nhỏ	
		Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng khi gia công			
		Thép gió	Gang và hợp kim đồng	Thép gió	Gang và hợp kim đồng
> 10	Cao	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	-	-
	Trung bình	0,3 - 0,4	0,4 - 0,6	-	-
	Thấp	0,2 - 0,3	0,25 - 0,4	-	-
5 - 10	Cao	0,2 - 0,3	0,25 - 0,4	0,1 - 0,15	0,12 - 0,2
	Trung bình	0,12 - 0,2	0,2 - 0,3	0,06 - 0,1	0,1 - 0,15
	Thấp	0,1 - 0,15	0,12 - 0,2	0,06 - 0,08	0,08 - 0,12
≤ 5	Trung bình	0,1 - 0,15	0,12 - 0,2	0,05 - 0,08	0,06 - 0,12
	Thấp	0,06 - 0,1	0,1 - 0,15	0,03 - 0,06	0,05 - 0,10

Giá trị lượng chạy dao Sz lớn được dùng khi chiều sâu cắt t và chiều rộng phay B nhỏ; còn lượng chạy dao Sz nhỏ được dùng trong trường hợp ngược lại.

Lượng chạy dao tinh So									
Độ nhám	Vật liệu gia công	Đường kính dao phay D, mm							
		40	60	75	90	110	130	150	200
		Lượng chạy dao vòng S_o, mm/ vòng							
Rz20	Thép, gang và hợp kim đồng	1,8-1,0 1,6-1,0	2,3-1,3 2,0-1,2	2,7-1,5 2,3-1,3	3,0-1,7 2,5-1,4	3,4-1,9 2,7-1,6	3,8-2,1 3,0-1,7	4,1-2,3 3,2-1,9	5,0-2,8 3,7-2,1
Rz10	Thép, gang và hợp kim đồng	1,0-0,6 1,0-0,6	1,3-0,7 1,2-0,7	1,5-0,8 1,3-0,7	1,7-1,0 1,4-0,8	1,9-1,1 1,6-0,9	2,1-1,2 1,7-1,0	2,3-1,3 1,9-1,1	2,8-1,6 2,1-1,2

Lượng chạy dao tinh So cho trong bảng dùng trong trường hợp hệ thống công nghệ cứng vững.

Bảng 5-132. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay trụ lắp các răng dao bằng thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng							
				0,05	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44	0,6
				Tốc độ cắt V, m/ph							
180	75/8	12-40	3	62	54	49	43,9	38,5	-	-	-
			5	52	46,5	42	37	33	-	-	-
			8	45,5	40,5	36,5	32,5	28,5	-	-	-
		41-130	3	54	48,5	44	39	34	-	-	-
			5	46,5	41,53	38	33,5	29,5	-	-	-
			8	40,5	36	32,5	28,5	25,5	-	-	-
180	90/8	12-40	3	66	59	53	47,5	42	-	-	-
			5	57	51	46,5	41	36	-	-	-
			8	49,5	44	40,5	35,5	31	-	-	-
		41-130	3	59	52	48	42	37	-	-	-
			5	51	45	40,5	36	31,5	-	-	-
			8	44	39	35	31	27,5	-	-	-

(tiếp bảng 5-132)

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng							
				0,05	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44	0,6
				Tốc độ cắt V, m/ph							
180	110/10	12-40	3	71	63	57	51	44,5	40	-	-
			5	61	54	48,5	43,5	38,5	34	-	-
			8	52	46,5	42,5	37,5	33	29,5	-	-
			13	45,5	41	37	33	29	26		
		41-130	3	63	56	50	45	39,5	35	-	-
			5	54	48	43,5	38,5	34	30,5	-	-
			8	46,5	41,5	37,5	33	29,5	26,5	-	-
			13	41	36,5	33	29	26	23	-	-
180	130/10	12-40	3	96	85	77	69	60	54	48	-
			5	82	73	67	59	52	46,5	41	-
			8	71	63	57	51	45	40	35,5	-
			13	62	55	50	44	39	34,5	31	-
		41-130	3	64	57	52	45,5	40,5	36	32	-
			5	55	48,5	44	39	34,5	31	27,5	-
			8	47,5	42	38,5	34	30	27	24	-
			13	41,5	37	33,5	29,5	26	23,5	21	-
180	150/12	12-40	3	80	71	64	57	50	45	40	35,5
			5	68	61	55	48,5	43	38,5	34	30
			8	59	52	47,5	42,5	37	33,5	29,5	26,5
			13	51	45	41,5	36,5	32,5	29	26	23
		41-130	3	71	63	57	51	44,5	40	35,5	31,5
			5	61	54	49,5	44	38,5	34,5	30,5	27,5
			8	53	47	43	37,5	33,5	29,5	26,5	23,5
			13	45,5	41	37	33	28,5	26,5	23	20,5

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt						
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao						
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф / T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,58	1,26	1,0	0,87	0,8	0,69

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dạng gia công		
Dạng gia công	Thô	Tinh
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và trạng thái bề mặt của phôi cho trong bảng 5-120.

Bảng 5-133. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay trụ răng nhỏ (mịn) bằng thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,03	0,05	0,1	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	40/12	12-40	1,8	66	58	52	47	42
			3,0	57	50	45	40,5	36
			5,0	48,5	43	39	35	31
		41-130	1,8	59	52	47	42	37
			3,0	50	44,5	40	36	32
			5,0	43,5	38,5	34,5	31	27,5
120	60/16	12-40	1,8	78	69	61	56	49
			3,0	66	59	35	48	42
			5,0	57	50	45	40	36
			8,0	49	43	38,5	35	31,5
		41-130	1,8	69	61	54	49	43
			3,0	59	52	46	42	37,5
			5,0	50	45	39,5	36	32
			8,0	43	38,5	34,5	31,5	27,5

(tiếp bảng 5-133)

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,03	0,05	0,1	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph				
180	75/18	12-40	1,8	72	65	58	52	46,5
			3,0	63	56	49,5	45	40
			5,0	54	47,5	42	39	34
			8,0	46,5	41,5	36,5	33	29,5
		41-130	1,8	64	57	51	46,5	41
			3,0	55	48,5	42,5	39	35
			5,0	47,5	42	37,5	34	30
			8,0	41	36,5	32,5	29,5	26
Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và trạng thái bề mặt của phôi cho trong bảng 5-120.								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao và dạng gia công cho trong bảng 5-132.								

Bảng 5-134. *Tốc độ cắt V khi phay gang xám bằng dao phay trụ lắp các răng dao bằng thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,06	0,15	0,2	0,27	0,36	0,49	0,65
				Tốc độ cắt V, m/ph						
180	75/8	40-70	2,8	66	56	46,5	39,5	-	-	-
			3,9	56	47	39	33	-	-	-
			5,6	47	39,5	33	28	-	-	-
			8	39,5	33	27,5	23,5	-	-	-
180	90/8	40-70	2,8	76	64	53	45	-	-	-
			3,9	63	53	44,5	37,5	-	-	-
			5,6	53	44,5	37,5	31,1	-	-	-
			8	45	37,5	31,5	26,5	-	-	-
180	110/10	40-70	2,8	81	68	56	48	40	-	-
			3,9	68	57	47,5	40,5	34	-	-
			5,6	57	48	40	34	28,5	-	-
			8	48	40	33,5	28,5	24	-	-
			11,5	40,5	34	28	24	20	-	-
180	130/10	40-70	2,8	92	77	64	54	45,5	38	-
			3,9	77	64	53	45,5	38	32	-
			5,6	65	54	45	39	32	36,5	-
			8	54	45,5	37,5	32	26,5	22,5	-
			11,5	45	38	32	26,5	22,5	19	-
			16	38	32	26,5	22,5	19	16	
180	150/12	40-70	2,8	97	81	67	57	48	40	33,5
			3,9	81	68	56	48	40	34	28,5
			5,6	68	57	47,5	40	34	28,5	23,5
			8	57	48	40	34	28,5	24	20
			11,5	47,5	40	34	28,5	23,5	20	16,5
			16	40	30,5	28	23,5	20	16,5	14

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang

HB	< 157	157 — 178	179 — 202	203 — 224
Hệ số điều chỉnh	1,25	1,12	1,0	0,9

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào bề mặt gia công

Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng		
		Độ cứng của gang, HB		
		< 160	160 — 200	> 200
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,7	0,75	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao.

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф / T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,41	1,19	1,0	0,9	0,84	0,76

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dạng gia công

Dạng gia công	Thô	Tinh
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Bảng 5-135. *Tốc độ cắt V khi phay hợp kim đồng bằng dao phay trụ lắp các răng dao bằng thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,05	0,1	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44
				Tốc độ cắt V, m/ph						
180	75/8	12- 40	3	128	114	103	91	80	-	-
			5	109	97	88	78	69	-	-
			8	95	84	76	67	60	-	-
		41-130	3	114	101	90	81	72	-	-
			5	97	86	78	69	62	-	-
			8	84	75	68	60	53	-	-
180	90/8	12- 40	3	139	124	112	99	88	-	-
			5	124	106	96	85	75	-	-
			8	103	92	83	73	65	-	-
		41-130	3	124	110	99	88	78	-	-
			5	106	94	86	75	67	-	-
			8	92	81	74	65	58	-	-
180	110/10	12- 40	3	149	126	120	106	94	84	-
			5	128	114	103	91	81	72	-
			8	110	98	89	79	70	62	-
			13	96	85	78	68	61	54	-
		41-130	3	132	117	107	94	84	75	-
			5	113	101	91	81	71	64	-
			8	98	87	79	70	62	55	-
			13	85	76	68	60	53	48	-
180	130/10	12- 40	3	161	143	130	114	102	91	80
			5	138	122	111	98	87	77	69
			8	119	106	96	84	75	67	59
			13	103	87	83	73	65	58	51
		41-130	3	143	127	115	102	91	80	71
			5	122	109	98	87	77	69	61
			8	106	94	85	75	67	59	53
			13	92	82	75	66	59	52	46
180	150/12	12- 40	3	168	150	136	120	106	95	84
			5	145	129	116	103	91	81	72
			8	125	111	100	89	79	71	63
			13	108	96	87	78	68	61	54
		41-130	3	150	133	121	106	95	84	74
			5	129	114	103	92	81	72	63
			8	111	99	89	79	70	62	55
			13	97	86	78	69	61	54	48
Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.										
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao										
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế $T_Ф$ và chu kỳ bền danh nghĩa T_H: $T_Ф / T_H$					0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh					1,58	1,26	1,0	0,87	0,8	0,69
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm hợp kim đồng cho trong bảng cuối chương (bảng 5-225).										
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt của phôi và dạng gia công cho trong bảng 5-122.										

Bảng 5-136. *Tốc độ cắt V khi phay gang xám bằng dao phay trụ răng nhỏ (mịn) bằng thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng		
				0,06	0,15	0,20
				Tốc độ cắt V, m/ph		
120	40/12	40-70	1,4	60	50	42
			2,0	50	42	35
			2,8	42	35	29,5
			3,9	35	29,5	24,5
			5,6	29,5	24,5	-
120	60/16	40-70	1,4	73	61	52
			2,0	61	52	43,5
			2,8	51	43	36
			3,9	43	36	30,5
			5,6	36	30	-
			8,0	30	25	-
180	75/18	40-70	1,4	75	63	53
			2,0	63	53	44
			2,8	53	44	37
			3,9	44	36,5	31
			5,6	36,5	31	26
			8,0	30,5	25,5	21,5
Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt cho trong bảng 5-134.						

Bảng 5-137. *Tốc độ cắt V khi phay hợp kim đồng bằng dao phay trụ răng nhỏ (mịn) thép.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,05	0,1	0,13	0,18	0,24
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	40/12	12-40	1,8	123	109	99	-	-
			3,0	105	94	85	-	-
			5,0	90	81	73	-	-
		41-130	1,8	109	97	88	-	-
			3,0	93	83	75	-	-
			5,0	80	71	65	-	-
120	60/16	12-40	1,8	144	128	116	102	91
			3,0	123	109	99	88	78
			5,0	106	94	85	75	67
			8,0	92	81	74	66	58
180	75/18	41-130	1,8	128	113	103	91	-
			3,0	109	97	88	78	-
			5,0	94	83	76	67	-
			8,0	81	72	66	58	-
		12-40	1,8	137	122	111	98	87
			3,0	118	105	95	84	74
			5,0	101	90	81	72	64
			8,0	88	78	71	62	53
		41-130	1,8	122	109	98	87	77
			3,0	105	93	84	74	66
			5,0	90	80	72	64	57
			8,0	78	69	63	55	45
Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và trạng thái bề mặt của phôi cho trong bảng 5-122.								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-135.								

Bảng 5-138. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay thép bằng dao phay trụ thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				Chiều sâu cắt t, mm															
0,05-0,09	0,10-0,17	0,18-0,32	0,33-0,60																
Chiều rộng dao phay B, mm																			
-	-	-	41	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	41	49	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-
-	41	49	59	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-
41	49	59	70	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-
59	70	84	100	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-
84	100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-
100	120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-
120	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph								Công suất cắt N, kW											
50				-	-		-	-	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3
71				-	-		0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6
101				-	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11
144				1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11	13	15,5
205				1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11	13	15,5	18,5	-
295				2,2	2,6	3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11	13	15,5	18,5	-	-	-
420				3,1	3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11	13	15,5	18,5	-	-	-	-	-
500				3,8	4,5	5,3	6,4	7,6	9,1	11	13	15,5	18,5	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép cho trong bảng 5-123.

Bảng 5-139. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay gang xám bằng dao phay trụ thép gió.*

Lượng chạy dao răng S_z, mm/răng				Chiều sâu cắt t, mm														
0,08 - 0,13	0,14 - 0,22	0,23 - 0,36	0,37 - 0,60															
Chiều rộng dao phay B, mm																		
-	-	-	41	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	41	49	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-
-	41	49	59	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-
41	49	59	70	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-
59	70	84	100	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-
84	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12
Lượng chạy dao phút S_{ph}, mm/ph				Công suất cắt N, Kw														
71				-	-	-	-	-	-	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2
101				-	-	-	-	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5
144				-	-	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4
205				0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2
295				1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	-	-
420				1,6	1,9	2,2	2,2	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	-	-	-	-
500				1,9	2,2	2,7	2,7	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang			
HB của gang	Tới 160	160 - 220	> 220
Hệ số điều chỉnh	0,83	1,0	1,20

Bảng 5-140. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay hợp kim đồng bằng dao phay trụ thép gió.*

Lượng chạy dao răng S_Z, mm/răng				Chiều sâu cắt t, mm													
0,06 - 0,11	0,12 - 0,23	0,24 - 0,42	0,43 - 0,80														
Chiều rộng dao phay B, mm																	
-	-	41	49	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-	-	-
41	49	59	70	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-	-	-
59	70	84	100	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-	-	-
84	100	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	5,5	6,5	8	10	12	-
100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,5	4,5	4,5	6,5	8	10	12
Lượng chạy dao phút S_{ph}, mm/ph				Công suất cắt N, kW													
71				-	-	-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0
101				-	-	-	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,8
144				-	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,8	3,3	4,0
205				0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,8	3,3	4,0	-	-
295				0,8	1,0	1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,8	3,3	4,0	-	-	-	-
420				1,1	1,4	1,6	2,0	2,3	2,3	3,3	4,0	-	-	-	-	-	-
500				1,4	1,6	2,0	2,3	2,8	3,3	4,0	-	-	-	-	-	-	-
600				1,6	2,0	2,3	2,8	3,3	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-

e) Phay bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng.

Bảng 5-141. *Lượng chạy dao Sz*

Vật liệu gia công				Phạm vi ứng dụng
Thép		Gang		
Sz, mm/răng khi chiều rộng phay B, mm				
≤ 30	> 30	≤ 30	> 30	
0,2 - 0,3	0,15 - 0,2	0,25 - 0,35	0,2 - 0,25	Dùng cho tất cả các dạng gia công khi đạt yêu cầu về độ cứng vững của hệ thống công nghệ và máy đủ công suất.
0,15	-	0,12 - 0,2	0,08 - 0,12	Chỉ dùng khi độ cứng vững của hệ thống công nghệ thấp, khi gia công bằng nhiều răng dao và chiều sâu cắt lớn. Khi gia công thép có t < 3mm thì không dùng lượng chạy dao này.

- Giá trị lượng chạy dao Sz cho trong bảng đảm bảo nhận được độ nhám bề mặt Ra2,5. Khi chạy dao thuận (hướng chạy dao trùng với hướng quay của dao) so với chạy dao nghịch (hướng chạy dao ngược với hướng quay của dao) trong mọi trường hợp đều cho độ nhám bề mặt tốt hơn.
- Việc sử dụng lượng chạy dao Sz lớn (giới hạn trên) cho trong bảng không được làm giảm chất lượng bề mặt.
- Khi cắt thép, lượng chạy dao răng Sz < 0,15mm không được dùng.

Bảng 5-142. *Tốc độ cắt V khi phay thép cacbon và thép hợp kim bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	D/Z	B,mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/vòng			
				0,12	0,16	0,22	0,3
				Tốc độ cắt V, m/ph.			
180	80/8	20 - 80	2	225	233	214	195
			3	220	201	184	169
			4,4	190	174	160	145
			6,5	164	150	137	125
			9,5	141	129	118	108
180	90/4	20 - 80	2	276	252	231	211
			3	240	218	199	182
			4,4	205	288	172	157
			6,5	179	162	148	136
			9,5	154	141	129	118
	100/10	20 - 80	2	257	236	216	197
			3	222	203	186	170
			4,4	192	175	160	147
			6,5	165	151	138	127
			9,5	143	130	119	109
	125/12	20 - 80	2	265	243	222	203
			3	215	209	192	175
			4,4	197	181	165	151
			6,5	170	156	142	130
			9,5	147	134	123	112

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.						
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao.						
Chu kỳ bền của dao T, ph	90	120	180	240	360	600
Hệ số điều chỉnh	1,26	1,14	1,0	0,91	0,8	0,67

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công			
Trạng thái của bề mặt	Không có vỏ cứng và phôi cán	Có vỏ cứng	
		Dập hoặc rèn	Đúc
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9	0,8

(tiếp bảng 5-142).

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép								
σ_B, MPa	500÷550	560÷620	630÷700	710÷790	800÷890	900÷970	980÷1050	1060÷1130
HB	143-158	160-177	180-200	203-226	228-255	257-276	280-300	303-323
Hệ số điều chỉnh	1,42	1,26	1,12	1,0	0,89	0,79	0,70	0,63

Bảng 5-143. *Tốc độ cắt V khi phay gang xám bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
			0,13	0,20	0,24	0,29	0,35
			Tốc độ cắt V, m/ph.				
180	80/8	2,5	250	229	209	192	175
		3,6	215	197	181	165	151
		5,2	187	172	157	144	132
		7,5	161	147	134	123	113
		11	139	128	117	107	98
	90/4	2,5	288	264	242	221	202
		3,6	248	227	207	190	174
		5,2	214	196	180	165	151
		7,5	186	170	155	142	130
		11	161	147	134	123	112
	100/10	2,5	264	241	220	201	-
		3,6	228	208	190	175	160
		5,2	196	179	165	151	138
		7,5	170	156	142	130	119
		11	147	134	122	112	103
	125/12	2,5	280	256	234	214	-
		3,6	240	220	202	185	170
		5,2	207	190	175	160	146
		7,5	180	166	151	138	127
		11	157	144	130	120	109

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt.				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang				
Gang, HB	≤ 150	151 — 175	176 — 205	206 — 240
Hệ số điều chỉnh	1,26	1,12	1,0	0,89

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao.						
Chu kỳ bền của dao T, ph	90	120	180	240	360	600
Hệ số điều chỉnh	1,34	1,18	1,0	0,89	0,75	0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công		
Trạng thái của bề mặt	Không có vỏ cứng	Có vỏ cứng
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay		
Chiều rộng phay B, mm	≤ 50	51 — 83
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,89

Bảng 5-144. *Công sất cắt yêu cầu N khi phay thép bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng.*

Thép σ_B, MPa / HB			Chiều sâu cắt t, mm												
≤ 550	500÷1000	> 1000													
≤ 160	160 - 285	> 285													
Chiều rộng phay B, mm															
20	17	14	1,3	2,0	3,0	4,5	5,5	8,2	10	-	-	-	-	-	-
29	24	20	-	1,3	2,0	3,0	3,7	5,5	6,7	10	-	-	-	-	-
40	35	29	-	-	1,3	2,0	2,4	3,7	4,5	6,7	8,2	-	-	-	-
50	40	35	-	-	1,1	1,6	2,0	3,0	3,7	5,5	6,7	10	-	-	-
60	50	40	-	-	-	1,3	1,6	2,4	3,0	4,5	5,5	8,2	10	-	-
70	60	50	-	-	-	1,1	1,3	2,0	2,4	3,7	4,5	6,7	8,2	-	-
84	70	60	-	-	-	-	1,1	1,6	2,0	3,0	3,7	5,5	6,7	10	-
-	84	70	-	-	-	-	-	1,3	1,6	2,4	3,0	4,5	5,5	8,2	10
-	-	84	-	-	-	-	-	1,1	1,3	2,0	2,4	3,7	4,5	6,7	8,2
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph			Công suất cắt N. kW												
134			-	-	-	-	1,1	1,6	1,9	2,6	3,2	4,5	5,4	7,7	9,2
190					-	1,3	1,6	2,2	2,6	3,8	4,5	6,4	7,7	10,9	13,1
270			-	-	1,3	1,9	2,2	3,2	3,8	5,4	6,4	9,2	10,9	15,6	18,6
385			-	1,3	1,9	2,6	3,2	4,5	5,4	7,7	9,2	13,1	15,6	22	-
460			1,1	1,6	2,2	3,2	3,8	5,4	6,4	9,2	10,9	15,6	18,6	-	-
550			1,3	1,9	2,6	3,8	4,5	6,4	7,7	10,9	13,1	18,6	22	-	-
660			1,6	2,2	3,2	4,5	5,4	7,7	9,2	13,1	15,6	22	-	-	-
790			1,9	2,6	3,8	5,4	6,4	9,2	10,9	15,6	18,6	-	-	-	
940			2,2	3,2	4,5	6,4	7,7	10,9	13,1	18,6	22	-	-	-	-
1120			2,6	3,8	5,4	7,7	9,2	13,1	15,6	22	-	-	-	-	-
1340			3,2	4,5	6,4	9,2	10,9	15,6	18,6	-	-	-	-	-	-
1600			3,8	5,4	7,7	10,9	13,1	18,6	22	-	-	-	-	-	-

Bảng 5-145. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay gang xám bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng.*

Gang, HB			Chiều sâu cắt t, mm																			
146-173	174-207	208-248																				
B, mm																						
20	17	14	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	24	20	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-	-	-	-	-	-
40	35	29	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-	-	-	-
50	40	35	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-	-	-
60	50	40	-	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-	-
70	60	50	-	-	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-	-
84	70	60	-	-	-	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-	-
-	84	70	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10	-
-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,4	1,7	2,1	2,5	3,1	3,7	4,5	5,5	6,7	8,2	10
S_{ph}, mm/ph			Công suất cắt N, kW																			
190			-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4
270								-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,
385			-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,
460			-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,
550			-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,5	21,
660			-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,0	21,0	-
790			1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,5	21,5	-	-
940			1,3	1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,0	21,0	-	-	-
1120			1,5	1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,0	21,5	-	-	-	-
1340			1,8	2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,0	21,5	-	-	-	-	-
1600			2,2	2,5	3,1	3,7	4,4	5,2	6,2	7,4	8,8	10,5	12,5	15,0	18,0	21,5	-	-	-	-	-	-

B- chiều rộng phay; Sph- lượng chạy dao phút./.

g) Phay mặt phẳng bằng dao phay ngón thép gió.

Bảng 5-146. *Lượng chạy dao Sz.*

Dao phay		Chiều sâu cắt t, mm		
Đường kính dao phay D, mm	Số răng Z	3	5	8
		Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng.		
Gia công thép				
16	4	0,08 - 0,05	-	-
	3	0,10 - 0,07	-	-
20	5	0,10 - 0,06	0,07 - 0,04	-
	3	0,13 - 0,09	0,09 - 0,05	-
25	5	0,12 - 0,07	0,09 - 0,05	-
	3	0,16 - 0,10	0,12 - 0,08	-
32	6	0,16 - 0,10	0,12 - 0,07	-
	4	0,20 - 0,15	0,15 - 0,10	-
40	6	0,2 - 0,12	0,14 - 0,08	0,08 - 0,05
	4	0,25 - 0,18	0,18 - 0,12	0,12 - 0,08
50	6	0,25 - 0,15	0,15 - 0,10	0,10 -0,07
	4	0,30 - 0,20	0,20 - 0,14	0,12 - 0,10
Gia công gang và hợp kim đồng				
16	4	0,12 - 0,10	-	-
	3	0,18 - 0,13	-	-
20	5	0,15 - 0,12	0,10 -0,07	-
	3	0,20 - 0,15	0,13 - 0,10	-
25	5	0,18 - 0,14	0,12 - 0,08	-
	3	0,25 - 0,18	0,15 - 0,12	-
32	6	0,22 - 0,14	0,15 - 0,10	-
	4	0,30 - 0,20	0,20 - 0,14	-
40	6	0,25 - 0,16	0,18 - 0,12	0,12 - 0,08
	4	0,35 - 0,25	0,25 - 0,16	0,15 - 0,10
50	6	0,30 - 0,16	0,20 - 0,12	0,15 - 0,10
	4	0,40 - 0,25	0,30 - 0,18	0,20 - 0,12

Lượng chạy dao S_z giới thiệu trong bảng dùng để gia công các mặt phẳng khi chạy dao máy (tự động). Trong trường hợp gia công các bề mặt có prôphin cong, chạy dao tay thì trị số lượng chạy dao Sz cho trong bảng phải giảm đi 20 ÷ 30%./.

Bảng 5-147. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay dạng ngón thép gió.*

Dao phay có răng tiêu chuẩn										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz mm/răng						
				0,06	0,07	0,09	0,12	0,15	0,19	0,24
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/4	12 -40	3,5	69	61	55	-	-	-	-
60	16/5	12-40	3,5	67	60	54	-	-	-	-
60	20/5	12-40	3,5	75	67	60	53	-	-	-
			5,5	61	55	48	43	-	-	-
60	20/6	12-40	3,5	74	66	58	52	-	-	-
			5,5	60	54	47,5	42	-	-	-
60	25/5	15-50	3,5	80	72	64	52	50	44,5	-
			5,5	66	58	52	46	41	36	-
90	32/6	15-50	3,5	78	70	62	55	48,5	43	38,5
			5,5	64	57	51	45	40	35,5	31,5
90	40/6	18-60	3,5	84	75	66	59	52	46,5	41,5
			5,5	70	62	55	49	43,5	38,5	34,5
			8	57	50	45	40	35,5	31,5	28
120	50/6	18-60	3,5	85	75	67	59	53	47	41,5
			5,5	69	62	55	48,5	43	38,5	34
			8	57	51	45	40	35,5	31,5	28
Dao phay có răng lớn (răng thưa)										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,07	0,09	0,12	0,15	0,19	0,21	0,30
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/3	12 -40	3,5	61	54	48	-	-	-	-
60	20/3	12-40	3,5	70	62	55	49	-	-	-
			5,5	58	51	45,5	40,5	-	-	-
60	25/3	15-50	3,5	73	65	57	51	45,5	-	-
			5,5	60	53	47,5	42	37,5	-	-
90	32/4	15-50	3,5	72	64	57	50	45	40	-
			5,5	59	52	46,5	41,5	37	33	-
90	40/4	18-60	3,5	78	69	61	54	48,5	43	38
			5,5	64	57	51	45	40	36	32
			8	53	47	42	37	33	29,5	26
120	50/4	18-60	3,5	78	70	62	55	49	43,5	38,5
			5,5	64	57	51	45	40	35,5	31,5
			8	53	47	42	37	33	29	26

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao.						
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,53	1,26	1,0	0,87	0,69	

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và trạng thái bề mặt gia công cho ở bảng 5-120.

Bảng 5-148. *Tốc độ cắt V khi phay gang xám bằng dao phay ngón thép gió.*

Dao phay có răng tiêu chuẩn										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,05	0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,30
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/4	12 -30	3,5	48,5	46	43	40,5	-	-	-
60	16/5	12 -30	3,5	46	43	40,5	-	-	-	-
60	20/5	12 -30	3,5	54	51	48	45	42,5	-	-
			5,5	44	41,5	39	37	34,5	-	-
60	20/6	12 -30	3,5	51	48	45	4,5	40	-	-
			5,5	41	39	37	34,5	32,5	-	-
60	25/5	12 -30	3,5	63	59	56	52	49,5	47	-
			5,5	51	48,5	46	43	41	38,5	-
90	32/6	12 -30	3,5	63	60	56	53	50	47	44,5
			5,5	42	49	46	43,5	41	39	36,5
90	40/6	12 -30	3,5	74	71	66	62	58	55	52
			5,5	61	57	54	51	48	45	42,5
			8	50	47	44,5	42	39,5	37	35
120	50/6	12 -30	3,5	81	77	72	68	64	61	57
			5,5	66	62	59	55	52	49,5	46,5
			8	54	51	48,5	45,5	43	40	38

Dao phay có răng lớn (răng thưa)										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,30	0,43
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/3	12 -30	3,5	50	47,5	45	42	40	-	-
60	20/3	12 -30	3,5	56	55	52	49	46	43,5	-
			5,5	48,5	45,5	43	40,5	38	36	-
60	25/3	12 -30	3,5	69	64	61	58	54	51	-
			5,5	57	53	51	48	45	42,5	-
90	32/4	12 -30	3,5	67	63	60	56	53	50	47
			5,5	55	52	49	46	43,5	41	39
90	40/4	12 -30	3,5	78	74	70	66	62	58	55
			5,5	64	61	57	54	51	48	45
			8	50	50	47	44	42	39,5	37
120	50/4	12 -30	3,5	86	81	76	72	67	64	60
			5,5	70	66	62	59	55	52	49
			8	58	54	51	48	45,5	43	40,5

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phayB, mm				
Chiều rộng phayB, mm	≤ 20	20-30	30-45	> 45
Hệ số điều chỉnh	1,12	1,0	0,89	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang, trạng thái bề mặt gia công và chu kỳ bền T của dao cho trong bảng 5-134.

Bảng 5-149. *Tốc độ cắt V khi phay hợp kim đồng bằng dao phay ngón thép gió.*

Dao phay có răng tiêu chuẩn										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz mm/răng						
				0,05	0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,30
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/4	12 –40	3,5	79	75	70	-	-	-	-
60	16/5	12-40	3,5	78	73	69	-	-	-	-
60	20/5	12-40	3,5	86	81	76	72	-	-	-
			5,5	77	72	68	64	60	-	-
60	20/6	12-40	3,5	84	79	75	71	66	-	-
			5,5	75	71	66	63	59	-	-
60	25/5	15-50	3,5	93	87	82	78	73	69	-
			5,5	82	78	73	69	65	61	-
90	32/6	15-50	3,5	89	83	79	74	70	66	-
			5,5	79	74	70	66	62	59	-
90	40/6	18-60	3,5	96	91	86	81	76	72	68
			5,5	86	81	76	72	68	64	60
			8	76	72	68	64	60	57	53
120	50/6	18-60	3,5	98	92	87	82	78	73	69
			5,5	87	82	77	73	69	65	61
			8	77	72	68	64	61	57	54
Dao phay có răng lớn (răng thưa)										
T,ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,30	0,43
				Tốc độ cắt V, m/ph						
60	16/3	12-40	3,5	77	73	68	65	60	-	-
60	20/3	12-40	3,5	85	80	76	72	68	64	-
			5,5	76	71	68	64	60	56	-
60	25/3	15-50	3,5	92	86	82	77	73	69	-
			5,5	82	77	73	69	65	61	-
90	32/4	15-50	3,5	87	82	77	73	68	65	61
			5,5	77	73	69	65	61	57	54
90	40/4	18-60	3,5	95	89	84	79	75	70	66
			5,5	84	79	75	70	66	63	59
			8	75	70	66	62	59	55	52
120	50/4	18-60	3,5	92	87	82	78	73	69	65
			5,5	85	80	75	71	67	63	59
			8	76	71	67	64	60	56	53

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm hợp kim đồng cho trong bảng 5-225.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền T của dao cho trong bảng 5-135.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt gia công cho trong bảng 5-122.

Bảng 5-150. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay hợp kim đồng bằng dao phay dạng ngón thép gió.*

Sz, mm/răng			Chiều sâu cắt t, mm										
0,05 - 0,09	0,10 - 0,16	0,17 - 0,3											
B, mm													
-		21	5,3	6,5	8	-	-	-	-	-	-	-	-
-	21	25	4,3	5,3	6,5	8	-	-	-	-	-	-	-
21	25	30	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-	-	-	-	-	-
25	30	35	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-	-	-	-	-
30	35	42	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-	-	-	-
35	42	50	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-	-	-
42	50	60	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-	-
50	60	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8	-
60	-	-	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8
Sph, mm/ph			Công suất cắt N, Kw										
188			-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0
265			-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8
320			-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4
380			-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0
455			-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8
540			1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8
650			1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9
780			1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9	8,2
930			1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9	8,2	9,8
1100			2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9	8,2	9,8	11,7

Sz- lượng chạy dao răng.

B- chiều rộng phay.

Sph- lượng chạy dao phút.

Bảng 5-151. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay thép bằng doa phayg ngón thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng			Chiều sâu cắt t, mm											
0,05-0,09	0,1-0,16	0,17-0,30												
Chiều rộng phay B, mm														
-	-	12	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	14,5	17	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21	25	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-
21	25	30	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-
25	30	35	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-
30	35	42	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-
35	42	50	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-
42	50	60	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-
50	60	-	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-
60	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph			Công suất cắt N, kW											
54			-	-	-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8
65			-	-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2
78			-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	3,7
110			-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	5,3
157			0,8	0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	6,3
188			0,9	1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	7,5
225			1,1	1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	9,0
365			1,3	1,5	1,8	2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	-
320			1,5	1,8	2,2	3,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	9,0	-
380			1,8	2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	9,0	-	-
455			2,2	2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	9,0	-	-	-
540			2,6	3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	9,0	-	-	-	-
650			3,1	3,7	4,4	5,3	6,3	7,5	9,0	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép cho trong bảng 5-121.

Bảng 5-152. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay gang xám bằng dao phay dạng ngón thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				Chiều sâu cắt t, mm											
0,04 - 00,066	0,067 - 0,11	0,12 - 0,18	0,19 - 0,30												
Chiều rộng phay B, mm															
-	-	-	14,5	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	14,5	17	21	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-
17	21	25	30	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-	-	-
25	30	35	42	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-	-
30	35	42	50	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-	-
35	42	50	60	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-	-
42	50	60	-	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0	-
50	60	-	-	-	-	-	-	-		2,9	3,5	4,3	5,3	6,5	8,0
60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,9	3,5	4,3	5,3	6,5
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph				Công suất cắt N, kW											
93				-	-	-	-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6
110				-	-	-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9
157				-	-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7
188				-	-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2
225				-	0,6	0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8
320				0,8	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4
455				1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8
650				1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	11
780				1,0	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	11	13

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-139.

h) Phay rãnh bằng dao phay ngón thép gió.

Bảng 5-153. *Lượng chạy dao Sz.*

Dao phay D, mm	Z	B, mm	Chiều sâu cắt t, mm: 5	10	15	20	30
			Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
Gia công thép							
8	5	8	0,02-0,015	0,018-0,012	-	-	-
10	5	10	0,035-0,025	0,030-0,020	0,015-0,010	-	-
16	4	16	0,06-0,05	0,05-0,04	0,04-0,03	-	-
	3		0,08-0,07	0,07-0,06	0,05-0,04	-	-
20	5	20	-	0,08-0,06	0,07-0,04	0,04-0,025	-
20	3		-	0,10-0,08	0,08-0,05	0,05-0,03	-
25	5	25	-	0,11-0,08	0,08-0,06	0,06-0,04	0,04-0,03
	3		-	0,14-0,10	0,10-0,07	0,06-0,04	0,05-0,03
32	6	32	-	0,12-0,09	0,09-0,06	0,07-0,05	0,05-0,04
	4		-	0,14-0,1	0,10-0,07	0,08-0,06	0,06-0,04
Gia công gang và hợp kim đồng							
8	5	8	0,025-0,02	0,02-0,015	-	-	-
10	5	10	0,05-0,04	0,035-0,02	0,02-0,015	-	-
16	4	16	0,08-0,06	0,07-0,05	0,05-0,03	-	-
	3		0,11-0,08	0,09-0,06	0,08-0,05	-	-
20	5	20	0,14-0,09	0,12-0,08	0,08-0,06	0,05-0,04	-
	3		0,16-0,10	0,14-0,10	0,11-0,07	0,07-0,05	-
25	5	25	-	0,14-0,10	0,10-0,08	0,07-0,05	0,06-0,04
	3		-	0,18-0,13	0,14-0,10	0,10-0,08	0,07-0,06
32	6	32	-	0,15-0,12	0,12-0,09	0,10-0,08	0,07-0,05
	4		-	0,18-0,15	0,14-0,10	0,12-0,09	0,08-0,07

Bảng 5-154. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh thép bằng dao phay ngón thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	$\frac{D}{Z}$	B, mm	Chiều sâu rãnh, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng: 0,045	0,06	0,07	0,09	0,12	0,15
				Tốc độ cắt V, m/ph.					
Dao phay răng tiêu chuẩn									
60	$\frac{16}{4}$	16	10-25	35	30,5	27	-	-	-
	$\frac{16}{5}$			34	30	-	-	-	-
60	$\frac{20}{5}$	20	10-30	33,5	29,5	26,5	23	-	-
	$\frac{20}{6}$			33	29	26	-	-	-
60	$\frac{25}{5}$	25	10-30	33	29	26	23	20,5	-
90	$\frac{32}{6}$	32	10-30	28	25	22	19,5	-	-
Dao phay răng lớn (răng thưa)									
60	$\frac{16}{3}$	16	10-25	36	32	28,5	25	22,5	-
60	$\frac{20}{3}$	20	10-30	35	31,5	27,5	24,5	22	19,5
60	$\frac{25}{3}$	25	10-30	34,5	30,5	27,5	24,5	21,5	19
90	$\frac{32}{4}$	32	10-32	29	26	23	20	18	16

- Chế độ cắt cho trong bảng bảo đảm đạt độ nhám Rz20.
- Hệ số điều chỉnh trong công thức tính chế độ cắt:
  + Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép cho trong bảng 5-120.
  + Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-147.

Bảng 5-155. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh gang xám bằng dao phay ngón thép gió.*

T, ph	$\frac{D}{Z}$	B, mm	Chiều sâu rãnh,mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng					
				0,04	0,05	0,07	0,10	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph.					
Dao phay răng tiêu chuẩn									
60	$\frac{16}{4}$	16	10-25	25,5	24	22,5	-	-	-
	$\frac{16}{5}$	16	10-25	24	22,5	-	-	-	-
60	$\frac{20}{5}$	20	10-30	24,5	23	22	20,5	-	-
	$\frac{20}{6}$	20	10-30	23	22	21	-	-	-
60	$\frac{25}{5}$	25	10-30	25	23,5	22,5	21	20	-
90	$\frac{32}{6}$	32	10-30	22,5	21,5	20	19	-	-
Dao phay răng lớn (răng thưa)									
60	$\frac{16}{3}$	16	10-25	27,5	26	24,5	23	21,5	-
60	$\frac{20}{3}$	20	10-30	28,5	27	25	24	22,5	21,5
60	$\frac{25}{3}$	25	10-30	30	28	26,5	25	23,5	22
90	$\frac{32}{4}$	32	10-32	36	24	23	21,5	20	19

- Chế độ cắt cho trong bảng bảo đảm đạt độ nhám Rz20.
- Hệ số điều chỉnh trong công thức tính chế độ cắt phụ thuộc vào độ cứng của gang và chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-134.

Bảng 5-156. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh hợp kim đồng bằng dao phay ngón thép gió.*

T, ph	$\frac{D}{Z}$	B, mm	Chiều sâu rãnh,mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng					
				0,04	0,05	0,07	0,10	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph.					
Dao phay răng tiêu chuẩn									
60	$\frac{16}{4}$	16	10-25	52	49,5	46,5	-	-	-
	$\frac{16}{5}$	16	10-25	51	48,5	-	-	-	-
60	$\frac{20}{5}$	20	10-30	53	50	47	44	-	-
	$\frac{20}{6}$	20	10-30	52	49	46	-	-	-
60	$\frac{25}{5}$	25	10-30	53	51	47,5	45	42,5	-
90	$\frac{32}{6}$	32	10-30	48	45,5	43	40	-	-
Dao phay răng lớn (răng thưa)									
60	$\frac{16}{3}$	16	10-25	53	50	47	44	42	-
60	$\frac{20}{3}$	20	10-30	55	52	49	46	43,5	41
60	$\frac{25}{3}$	25	10-30	57	54	51	48	45,5	43
90	$\frac{32}{4}$	32	10-30	50	47,5	45	42	40	37,5

- Chế độ cắt cho trong bảng bảo đảm đạt độ nhám Rz20.
- Hệ số điều chỉnh trong công thức tính chế độ cắt:
  + Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và mác hợp kim đồng cho trong bảng 5-225
  + Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-136.

Bảng 5-157. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh then thép bằng dao phay ngón thép gió.*

Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t,mm										
0,05 - 0,09	0,10 - 0,17											
b, mm												
-	11	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-	-
11	13	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-
13	16	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-
16	19	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-
19	23	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-
23	27	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-
27	32	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-
32	-	-	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30
Sph, mm/ph		Công suất cắt N, kW										
32		-	-	-	-	-	-	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8
45		-	-	-	-	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5
65		-	-	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6
78		-	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3
93		0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1
110		1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1
132		1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3
157		1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7
188		1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10
225		2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10	-
265		2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10	-	-
320		3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10	-	-	-
380		3,6	4,3	5,1	6,1	7,3	8,7	10	-	-	-	-

b - Chiều rộng rãnh, mm. Sz- lượng chạy dao răng; Sph- lượng chạy dao phút.

- Hệ số điều chỉnh trong công thức tính chế độ cắt: phụ thuộc vào cơ tính của thép cho trong bảng 5-123.

Bảng 5-158. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh then gang xám bằng dao phay ngón thép gió.*

Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t,mm										
0,05 - 0,09	0,10 - 0,15											
b, mm												
-	11	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-	-
11	13	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-
13	16	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-
16	19	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-
19	23	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-
23	27	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-
27	32	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-
32	-	-	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30
Sph, mm/ph		Công suất cắt N, Kw										
54		-	-	-	-	-	-	-	0,9	1,1	1,3	1,6
78		-	-	-	-	-	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3
110		-	-	-	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2
132		-	-	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9
157		-	0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6
188		0,9	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5
225		1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5	6,5
265		1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5	6,5	7,8
320		1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5	6,5	7,8	9,4
380		1,9	2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5	6,5	7,8	9,4	-
455		2,3	2,7	3,2	3,9	4,6	5,5	6,5	7,8	9,8	-	-

b - Chiều rộng rãnh, mm. Sz- lượng chạy dao răng; Sph- lượng chạy dao phút.

- Hệ số điều chỉnh trong công thức tính chế độ cắt phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-139.

Bảng 5-159. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh then hợp kim đồng bằng dao phay ngón thép gió.*

Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t,mm										
0,05 - 0,09	0,10 - 0,17											
b, mm												
-	11	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-	-
11	13	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-	-
13	16	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-	-
16	19	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-	-
19	23	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-	-
23	27	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-	-
27	32	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30	-
32	-	-	-	-	-	10	12	15	18	21	25	30
Sph, mm/ph		Công suất cắt N, kW										
54		-	-	-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	1,0
78		-	-	-	-	-	-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4
93		-	-	-	-	-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7
110		-	-	-	-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0
132		-	-	-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4
157		-	-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8
188		-	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4
225		0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0
265		0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8
320		1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8
389		1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9
465		1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,0	4,8	5,8	6,9	8,2

b - Chiều rộng rãnh, mm. Sz- lượng chạy dao răng; Sph- lượng chạy dao phút..

i) Phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay dạng ngón gắn mảnh hợp kim cứng.

Bản 5-160. *Lượng chạy dao Sz.*

Dụng cụ	D, mm	Z	Chiều sâu cắt t, mm			
			1 - 3	5	8	12
			Lượng chạy dao Sz, mm/răng			
Dao phay có vành răng liền (dạng mũi khoan)	10 - 12	6	0,025 - 0,03	-	-	-
	14 - 16	6	0,04 - 0,06	0,03 - 0,04	-	-
	18 - 22	8	0,05 - 0,08	0,04 - 0,06	0,03 - 0,04	-
Dao phay gắn mảnh dạng xoắn	20	3	0,07 - 0,10	0,05 - 0,08	0,03 - 0,05	-
	25	4	0,08 - 0,12	0,06 - 0,10	0,05 - 0,10	0,05 - 0,08
	30	4	0,10 - 0,15	0,08 - 0,12	0,06 - 0,10	0,05 - 0,09
	40	6	0,10 - 0,18	0,08 - 0,12	0,06 - 0,10	0,05 - 0,09
	50	6	0,10 - 0,20	0,10 - 0,15	0,08 - 0,12	0,06 - 0,10
	60	8	0,12 - 0,20	0,10 - 0,16	0,10 - 0,12	0,08 - 0,12

D - đường kính dao.

Z - số răng dao.

1- Giới hạn trên của lượng chạy dao Sz được dùng khi phay thô trên các máy công suất lớn và chiều rộng phay nhỏ. Giới hạn dưới dùng khi chiều rộng phay lớn và trên các máy công suất trung bình.

2- Giá trị lượng chạy dao trong bảng bảo đảm nhận được độ nhám bề mặt Rz2 ÷ Rz10.

Bảng 5-161. *Tốc độ cắt V khi phay thép bằng dao phay ngón gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	Loại dao phay	D/Z	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz,mm/răng						
				0,03	0,04	0,055	0,077	0,105	0,145	0,2
				Tốc độ cắt V, m/ph						
120	Dao phay dạng mũi khoan	12/6	1,3	124	-	-	-	-	-	-
			2,1	110	-	-	-	-	-	-
			3,4	98	-	-	-	-	-	-
		16/6	1,3	139	128	123	109	-	-	-
			2,1	123	113	108	98	-	-	-
			3,4	110	102	96	87	-	-	-
			5,6	97	90	86	77	-	-	-
		20/8	2,1	126	117	108	100	-	-	-
			3,4	112	104	97	88	-	-	-
			5,6	100	92	85	79	-	-	-
90	Dao phay gắn mảnh	20/3	3,4	230	213	196	182	170	-	-
			5,6	203	187	175	161	150	-	-
			9,0	181	167	156	144	134	-	-
120		30/4	3,4	208	193	178	164	151	138	128
			5,6	186	171	158	145	134	123	113
			9,0	165	152	141	130	119	110	101
		40/6	3,4	255	236	220	206	191	172	-
			5,6	226	210	195	183	167	153	142
			9,0	202	186	178	161	146	137	125
180		50/6	3,4	230	214	198	187	169	157	143
			5,6	205	190	176	167	152	138	127
			9,0	182	169	155	148	135	123	115
		60/8	3,4	244	226	209	194	177	163	150
			5,6	216	202	186	171	157	145	133
			9,0	194	280	166	152	140	129	118

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép

σ_B, MPa thép	520÷590	600÷690	700÷800	810÷930	940÷1080
HB	149-169	172-197	200-228	232-266	269-309
Hệ số điều chỉnh	1,26	1,12	1,0	0,89	0,79

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Hệ số điều chỉnh	1,11	1,0	0,86	0,77	0,71	0,67	0,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay B

Chiều rộng phay B, mm	≤ 10	10 - 30	> 30
Hệ số điều chỉnh	1,13	1,0	0,89

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu dụng cụ cắt

Mác hợp kim	T15K6	T5K10
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,75

Bảng 5-162. *Công suất cắt yêu cầu N, khi phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay dạng ngón hợp kim cứng.*

Thép σ_B=500÷1100MPa						Chiều sâu cắt t, mm													
Kiểu và kích thước dao phay																			
Dạng mũi khoan			Gắn mảnh hợp kim																
D=10÷22			D=20÷30		D=40÷60														
Chiều rộng phay B, mm																			
5,0			-		-	5,0	7,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6,0			5,0		-	4,0	6,0	9,3	14	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7,0			6,0		5,0	3,3	5,0	7,5	11,5	17	26	32	-	-	-	-	-	-	-
8,4			7,0		6,0	2,6	4,0	6,0	9,3	14	21	26	40	-	-	-	-	-	-
10			8,4		7,0	2,1	3,3	5,0	7,5	11,5	17	21	32	40	-	-	-	-	-
12			10		8,4	1,7	2,6	4,0	6,0	9,3	14	17	26	32	-	-	-	-	-
14			12		10	1,4	2,1	3,3	5,0	7,5	11,5	14	21	26	40	-	-	-	-
17			14		12	1,1	1,7	2,6	4,0	6,0	9,3	11,5	17	21	32	40	-	-	-
20			17		14	-	1,4	2,1	3,3	5,0	7,5	9,3	14	17	26	32	-	-	-
-			20		17	-	1,1	1,7	2,6	4,0	6,0	7,5	11,5	14	21	26	-		-
-			24		20	-	-	1,4	2,1	3,3	5,0	6,0	9,3	11,5	17	21	40	-	-
-			29		24	-	-	1,1	1,7	2,6	4,0	5,0	7,5	9,3	14	17	32	-	-
-			35		29	-	-	-	1,4	2,1	3,3	4,0	6,0	7,5	11,5	14	26	40	-
-			40		35		-		1,1	1,7	2,6	3,3	5,0	6,0	9,3	11,5	21	32	-
-			50		40	-	-	-	-	1,1	2,1	2,6	4,0	5,0	7,5	9,3	17	26	40
-			60		50	-	-	-	-	1,1	1,7	2,1	3,3	4,0	6,0	7,5	14	21	32
-			-		60	-	-	-	-	-	1,4	1,7	2,6	3,3	5,0	6,0	11,5	17	26
-			-		70	-	-	-	-	-	1,1	1,4	2,1	2,6	4,0	5,0	9,3	14	21
Sz, mm/răng						Công suất cắt N, kW													
0,02	0,03	0,05	0,08	0,13	0,20														
Spli, mm/ph																			
-	-	-	112	130	153	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,5	1,8	3,1	4,4	6,3
-	-	112	130	153	178	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,8	2,2	3,7	5,3	7,5
-	112	130	153	178	210	-	-	-	-	-	-	-	1,3	1,5	2,2	2,6	4,4	6,3	9,0
112	130	153	178	210	245	-	-	-	-	-	-	1,1	1,5	1,8	2,6	3,1	5,3	7,5	10,7
130	153	178	210	245	285	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,8	2,2	3,1	3,7	6,3	9,0	12,8
153	178	210	245	285	335	Nhỏ hơn 1 kW			-	-	1,3	1,5	2,2	2,6	3,7	4,4	7,5	10,7	15,3
178	210	245	285	335	390	-	-	-	-	1,1	1,5	1,8	2,6	3,1	4,4	5,3	9,0	12,8	18,2
210	245	285	335	390	460	-	-	-	-	1,3	1,8	2,2	3,1	3,7	5,3	6,3	10,7	15,3	22
245	285	335	390	460	540	-	-	-	1,1	1,5	2,2	2,6	3,7	4,4	6,3	7,5	12,8	18,2	26
285	335	390	460	540	630	-	-	-	1,3	1,8	2,6	3,1	4,4	5,3	7,5	9,0	15,3	22	-
335	390	460	540	630	730	-	-	1,1	1,5	2,2	3,1	3,7	5,3	6,3	9,0	10,7	18,2	26	-
390	460	540	630	730	860	-	-	1,3	1,8	2,6	3,7	4,4	6,3	7,5	10,7	12,8	22	-	-
460	540	630	730	860	1000	-	1,1	1,5	2,2	3,1	4,4	5,3	7,5	9,0	12,8	15,3	26	-	-
540	630	730	860	1000	1170	-	1,3	1,8	2,6	3,7	5,3	6,3	9,0	10,7	15,3	18,2	-	-	-
630	730	860	1000	1170	1370	1,1	1,5	2,2	3,1	4,4	6,3	7,5	10,7	12,8	18,2	22	-	-	-
730	860	1000	1170	1370	1600	1,3	1,8	2,6	3,7	5,3	7,5	9,0	12,8	15,3	22	26	-	-	-

k) Phay rãnh bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió.

Bảng 5-163. *Lượng chạy dao Sz.*

D, mm	Z	B, mm	Chiều sâu cắt t, mm				
			5	10	15	20	30
			Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
Gia công thép							
60	16	6-12	0,08-0,05	0,06-0,03	0,05-0,03	-	-
75	18	10-20	0,08-0,05	0,06-0,03	0,05-0,03	-	-
	12		0,12-0,08	0,10-0,06	0,08-0,05	-	-
90	20	10-20	0,08-0,05	0,06-0,03	0,05-0,03	-	-
	12		0,12-0,08	0,10-0,06	0,08-0,05	-	-
110	22	12-24	0,10-0,05	0,08-0,04	0,06-0,03	-	-
	14		0,12-0,08	0,10-0,05	0,08-0,04	0,06-0,03	-
150	14	18-30	-	0,12-0,06	0,10-0,05	0,08-0,04	0,05-0,03
200	18	12-40	-	0,15-0,08	0,12-0,06	0,08-0,04	0,04-0,03
Gia công gang							
60	16	6-12	0,12-0,08	0,10-0,06	0,08-0,05	-	-
75	18	10-20	0,12-0,08	0,10-0,06	0,08-0,05	-	-
	12		0,18-0,12	0,15-0,10	0,12-0,08	-	-
90	20	10-20	0,12-0,08	0,10-0,05	0,08-0,05	-	-
	12		0,18-0,12	0,15-0,10	0,12-0,08	-	-
110	22	12-24	0,12-0,08	0,10-0,05	0,08-0,05	-	-
	14		0,18-0,12	0,15-0,08	0,12-0,06	0,10-0,05	-
150	14	18-30	-	0,18-0,10	0,15-0,08	0,12-0,06	0,08-0,05
200	18	12-40	-	0,20-0,10	0,18-0,10	0,15-0,08	0,08-0,05

Bảng 5-164. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh trên vật liệu thép bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,03	0,05	0,10	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	60/16	6 - 12	12	48	42,5	38	34,5	-
			18	43	38	34	31	-
120	75/18	8 - 16	12	49	43,5	39	35	-
			18	44	39	34,5	31,5	-
	75/10	12 - 24	12	54	48,5	43	39	-
			18	48,5	43	38,5	35	-
120	90/20	10 - 16	12	50	44,5	40	36	34
			18	44	39,5	35	31,5	30
			27	39,5	35	31	28,5	27
	90/12	12 - 24	12	57	50	45	40,5	35,5
			18	50	44,5	39,5	36	31,5
			27	44	39,5	35	31,5	27,5
120	110/14	12 - 28	18	52	46	41	37	33
			27	46	40,5	36	32,5	28,5
			40	41	36	32	28,5	25,5
150	130/16	12 - 28	18	51	45	40	36	32
			27	45	40	35,5	32	28
			40	40	35,5	31,5	28	25
150	150/16	12 - 34	18	52	46	41	37,5	33
			27	46,5	41	36,5	33	29
			40	41,5	36,5	32,5	29,5	26
150	200/20	12 - 40	18	54	48	42,5	38	34,5
			27	48	42,5	37,5	34,5	30
			40	42,5	37,5	34	30	27
180	225/22	12 - 40	18	54	48	42,5	38	34
			27	48	42,5	38	34	30
			40	42,5	37,5	33	30	26,5
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-120.								

Bảng 5-165. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh trên gang xám bằng dao phay đĩa thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,05	0,07	0,10	0,13	0,18
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	60/16	6 - 12	10	56	49,5	44	39	-
			14	48,5	43	38	34	-
			18	41,5	37	33	29	-
120	75/18	8 - 16	10	55	49,5	44	39	-
			14	48	42,5	37,5	33,5	-
			18	41	36,5	32,5	29	-
	75/10	12 - 24	10	66	59	52	46,5	41
			14	57	51	45	40,5	36
			18	49,5	44	39	34,5	30,5
120	90/20	10 - 16	14	48,5	43,5	38,5	34	30
			18	42	37,5	33	29,5	26
			25	36,5	32,5	29	25,5	22,5
	90/12	12 - 24	14	58	52	46	41	36
			18	50	45	39,5	35,5	31,5
			25	43,5	38,5	34,5	30,5	27
150	110/14	12 - 28	14	58	52	46,5	41	36,5
			18	40	44,5	39,5	35	31
			25	43	38,5	34	30,5	27
150	130/16	12 - 28	14	68	60	53	41	36,5
			18	58	52	40	35,5	31,5
			25	50	39	34,5	30,5	27
			33	38	33,5	29,5	26,5	23,5
180	150/16	12 - 34	18	50	44,5	39,5	35,5	31
			25	43,5	38,5	34	30,5	27
			33	37	33	29	26	23
			45	32	28,5	25,5	22,5	20,5
180	200/20	12 - 40	18	52	46	41	35,5	32
			25	44,5	40	35	31,5	28,5
			33	38,5	34,5	30	27	24
			45	33,5	29,5	26,5	23	20,5
240	225/25	12 - 40	18	51	45	40,5	35,5	32
			25	44	39	34,5	30,5	27
			33	37,5	34	29,5	27	23,5
			45	32,5	29	25,5	22,5	20,5
Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-134.								
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-166.								

Bảng 5-166. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh trên hợp kim đồng bằng dao phay đĩa thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng					
				0,05	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33
				Tốc độ cắt V, m/ph					
120	60/16	6 - 12	12	91	82	73	-	-	-
			18	80	72	65	-	-	-
120	75/18	8 - 16	12	91	82	74	-	-	-
			18	80	73	65	-	-	-
	75/10	12 - 24	12	105	93	83	-	-	-
			18	93	82	73	-	-	-
120	90/20	10 - 16	12	94	84	76	72	-	-
			18	83	75	67	64	-	-
			27	74	66	59	56	-	-
	90/12	12 - 24	12	108	96	85	76	-	-
			18	96	85	76	67	-	-
			27	84	75	67	59	-	-
120	110/14	12 - 28	18	98	87	77	69	61	54
			27	87	77	69	61	54	48
			40	77	69	61	54	48,5	43
150	130/16	12 - 28	18	96	85	76	67	60	53
			27	85	76	67	60	53	47,5
			40	75	67	60	53	47	41,5
150	150/16	12 - 34	18	98	88	78	69	51	55
			27	88	78	69	61	55	48,5
			40	79	70	62	58	49	44
150	200/20	12 - 40	18	103	91	81	72	64	57
			27	90	80	72	63	56	50
			40	80	72	63	56	50	44,5
180	225/22	12 - 40	18	101	90	80	71	63	56
			27	90	79	71	63	56	49,5
			40	79	71	63	56	49,5	44,5
Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt									
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm hợp kim đồng cho trong bảng 5- 224.									
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-122.									

Bảng 5-167. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh thép bằng dao phay đĩa thép gió.*

Lượng chạy dao Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t, mm														
≤ 0,1	> 0,1															
Chiều rộng rãnh B,mm																
-	12	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-	-	-
12	14,3	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-	-
14,3	17	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-
17	20	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-
20	24,5	-	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-	-
24,5	29	-	-	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-	-
29	35	-	-	-	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-	-
35	41	-	-	-	-	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30	-
41	-	-	-	-	-	-	-	6	7	9	11	13	16	20	25	30
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph		Công suất cắt N, kW														
32		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7
46		-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8
65		-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4
93		-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8
110		-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3
132		-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-
157		1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-	-
185		1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-	-	-
225		1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-	-	-	-
270		1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-	-	-	-	-
320		2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	5,4	6,5	7,8	9,3	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công thức tính vận tốc cắt phụ thuộc vào độ bền của thép cho trong bảng 5-123.

Bảng 5-168. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh gang xám bằng dao phay đĩa thép gió.*

Lượng chạy dao Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t, mm														
≤ 0,12	> 0,12															
Chiều rộng rãnh B,mm																
-	12	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-	-	-	-	-	-
12	14,3	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-	-	-	-	-
14,3	17	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-	-	-	-
17	20	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-	-	-
20	24,5	-	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-	-
24,5	29	-	-	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-	-
29	35	-	-	-	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-	-
35	41	-	-	-	-	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30	-
41	-	-	-	-	-	-	-	6	7	8	10	13	16	20	24	30
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph		Công suất cắt N, kW														
53		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9
75		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7
107		-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8
153		-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-
182		-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-
220		-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-
260		-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-
310		-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-
370		1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-	-
445		1,3	1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-	-	-
530		1,6	1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-
630		1,9	2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
750		2,2	2,7	3,2	3,8	4,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh để tính tốc độ cắt phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-139.

Bảng 5-169. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh hợp kim đồng bằng dao phay đĩa thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng		Chiều sâu rãnh t, mm												
≤ 0,1	> 0,1													
Chiều rộng rãnh B,mm														
-	12	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-	-	-
12	14,3	-	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-	-
14,3	17	-	-	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-	-
17	20	-	-	-	13	16	20	25	30	-	-	-	-	-
20	24,5	-	-	-	-	13	16	20	25	30	-	-	-	-
24,5	29	-	-	-	-	-	13	16	20	25	30	-	-	-
29	35	-	-	-	-	-	-	13	16	20	25	30	-	-
35	41	-	-	-	-	-	-	-	13	16	20	25	30	-
41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13	16	20	25	30
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph		Công suất cắt N, kW												
38		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1
55		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,5
77		-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1
110		-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1
132		-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-
157		-	-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-	-
188		-	-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-	-	-
225		-	-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-	-	-	-
270		-	1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-	-	-	-	-
320		1,1	1,3	1,5	1,8	2,1	2,6	3,1	-	-	-	-	-	-

l) Phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió.

Bảng 5-170. *Lượng chạy dao Sz và So.*

Lương chạy dao thô Sz					
Công suất máy (đầu phay), kW	Độ cứng vững của hệ thống	Dao phay			
		Răng chắp		Răng nhỏ (răng mịn)	
		Lương chạy dao răng Sz, mm/răng			
		Thép	Gang ; hợp kim đồng	Thép	Gang ; hợp kim đồng
> 10	Cao	0,15 — 0,25	0,30 — 0,50	-	-
	Trung bình	0,12 — 0,20	0,25 — 0,40	-	-
	Thấp	0,10 — 0,18	0,20 — 0,30	-	-
5 — 10	Cao	0,10 — 0,18	0,25 — 0,40	0,08 — 0,12	0,20 — 0,30
	Trung bình	0,08 — 0,15	0,20 — 0,30	0,06 — 0,10	0,15 — 0,25
	Thấp	0,06 — 0,10	0,15 — 0,25	0,02 — 0,08	0,10 — 0,20
≤ 5	Trung bình	0,04 — 0,06	0,15 — 0,25	0,04 — 0,06	0,12 — 0,20
	Thấp	0,04 — 0,06	0,10 — 0,20	0,04 — 0,06	0,08 — 0,15
Giá trị lớn của lương chạy dao Sz được chọn khi chiều sâu cắt và chiều rộng gia công nhỏ, còn giá trị nhỏ được dùng trong trường hợp ngược lại.					
Lương chạy dao tinh So					
Độ nhám	Vật liệu gia công				
	Thép cán 45; 40X thường hoá	Thép 35	Thép 45 đã tăng bền	Thép 10; 20; 20X	
	Lương chạy dao vòng So, mm/ vòng.				
Rz20	1,2 — 0,5	1,4 — 0,5	2,6 — 1,0	1,8 — 0,7	
Rz10	0,5 — 0,23	0,5 — 0,3	1,0 — 0,4	0,7 — 0,3	
Lương chạy dao tinh So dùng cho hệ thống công nghệ cứng vững và khi gia công bằng dao phay góc có góc nghiêng phụ $\varphi_1 = 2^0$.					

Bảng 5-171. *Tốc độ cắt V khi phay mặt phẳng và vấu lồi thép bằng dao phay ba mặt răng thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D/Z	B, mr.	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,05	0,10	0,13	0,18	0,24
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	60/16	3 - 10	8	49	43,5	41	-	-
			12	43,5	38,5	36	-	-
120	75/18	4 - 13	12	44	39	36,5	-	-
			18	39	34,5	32,5	-	-
	75/10	4 - 13	12	51	45,5	42,5	-	-
			18	41,5	40,5	37,5	-	-
120	90/20	5 - 16	12	45	40	37,5	-	-
			18	40	35,5	33,5	-	-
	90/12	5 - 16	12	52	46	42,5	37,5	-
			18	46	40,5	37,5	33,5	-
120	110/14	5 - 16	18	47,5	42	39,5	35	31
			27	42	37,5	34,5	30,5	27,5
150	130/16	5 - 16	18	47,5	41,5	39	34,5	30,5
			27	41,5	37	34,5	30,5	27
150	150/16	6 - 20	18	47,5	42,5	39	35	31
			27	42	37	35,5	31,5	28
			40	36,5	32,5	30,5	27,5	24,5
150	200/20	6 - 20	27	44	39	36,5	32	29
			40	39	35	32	28,5	25
			60	34,5	31	28,5	25	22,5
180	225/22	6 - 20	27	42	38	36	32	28,5
			40	39	34	32	28,5	24,5
			60	34	30,5	28,5	24,5	22

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt:

- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và cơ tính của thép cho trong bảng 5-225.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công và chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-120.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dạng gia công cho trong bảng 5-132.

Bảng 5-172 *Tốc độ cắt V khi phay mặt phẳng và vấu lồi gang xám bằng dao phay ba mặt răng thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33	0,44
				Tốc độ cắt V, m/ph						
120	60/16	3 - 10	10	53	46,5	41,5	36,5	-	-	-
			14	45,5	40,5	36	32	-	-	-
			18	39	34,5	31	27,5	-	-	-
120	75/18	4 - 13	10	52	45,5	40,5	36	-	-	-
			14	44,5	39,5	35,5	31,5	-	-	-
			18	38,5	34	30,5	27	-	-	-
	75/10	4 - 13	10	64	57	51	45	-	-	-
			14	56	50	44	39	-	-	-
			18	48	42	37,5	33,5	-	-	-
120	90/20	5 - 16	10	52	46,5	41,5	36,5	-	-	-
			14	45	40	36	32	-	-	-
			18	39	34,5	31	27,5	-	-	-
	90/12	5 - 16	10	65	57	51	45,5	40	36	-
			14	56	49,5	44,5	39,5	35	31	-
			18	48,5	43	38	34	30	27	-
150	110/14	5 - 16	14	55	49,5	44	38,5	34,5	30,5	27,5
			18	48	42,5	37,5	33,5	29,5	26,5	23,5
			25	41	36,5	32,5	29	25,5	23	20,5
150	130/16	5 - 16	14	56	50	44,5	39,5	35	31,5	28
			18	48,5	43,5	38,5	34	30	27	23,5
			25	42	37	33	29,5	26	23,5	20,5
180	150/16	6 - 20	18	47	42,5	37,5	33,5	29,5	26,5	23,5
			25	41	36,5	32,5	28,5	25,5	22,5	20,5
			33	35,5	31,5	28	25	22	19,5	17,5
			45	30,5	27,5	24	21,5	19	17	15
180	200/20	6 - 20	25	42,5	37,5	34	30	26,5	24	20,5
			33	37	32,5	29,5	25,5	22,5	20,5	18
			45	32	28,5	25	22,5	19,5	17,5	15,5
			60	27,5	24,5	22	19,5	17	15	14
240	225/22	6 - 20	25	41,5	36,5	33	29	26	23,5	20,5
			33	36	32	28,5	25,5	22,5	20	17,5
			45	31	27,5	25,5	22	19	17	15
			60	27	24	21	19	17	14,5	13,5

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt

- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,23	1,11	1,0	0,94	0,9	0,85

- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang vào trạng thái của bề mặt gia công và dạng gia công cho trong bảng 5-134.

Bảng 5-173. *Tốc độ cắt V khi phay mặt phẳng và vấu lồi hợp kim đồng bằng dao phay ba mặt răng thép gió.*

T, ph	D/Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng						
				0,05	0,07	0,10	0,13	0,18	0,24	0,33
				Tốc độ cắt V, m/ph						
120	60/16	3 - 10	8	102	96	90	85	-	-	-
			12	91	85	81	76	-	-	-
120	75/18	4 - 13	12	92	86	81	77	-	-	-
			18	81	77	72	66	-	-	-
	75/10	4 - 13	12	107	100	94	89	-	-	-
			18	95	89	84	79	-	-	-
120	90/20	5 - 16	12	94	89	84	79	-	-	-
			18	83	79	74	70	-	-	-
	90/12	5 - 16	12	109	103	87	91	80	-	-
			18	97	92	76	80	71	-	-
120	110/14	5 - 16	18	100	94	89	83	74	65	-
			27	89	84	79	74	65	58	-
150	130/16	5 - 16	18	98	93	87	82	73	65	58
			27	87	82	77	73	65	58	51
150	150/16	6 - 20	18	100	95	89	83	73	65	58
			27	89	84	79	73	65	58	51
			40	79	74	70	65	58	51	45,5
150	200/20	6 – 20	27	93	87	82	77	68	61	53
			40	83	76	72	68	60	53	47,5
			60	72	68	65	60	53	47,5	42
180	225/22	6 - 20	27	91	86	81	76	68	59	53
			40	81	76	74	68	59	53	46,5
			60	72	68	64	59	53	46,5	41,5

Hệ số điều chỉnh trong công thức tốc độ cắt:

- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và mác của hợp kim đồng cho trong bảng 5-226.
- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái của bề mặt gia công và chu kỳ bền của dao vào dạng gia công cho trong bảng 5-122.

T- Chu kỳ bền của dao.

D- Đường kính dao, mm .

Z- Số răng dao.

B- Chiều dầy dao.

Bảng 5-174. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay mặt phẳng và vấu lồi thép bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz,mm/răng			Chiều sâu cắt t, mm															
0,04-0,07	0,03-0,14	0,15-0,26																
Chiều rộng phay B, mm																		
-	-	7,2	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-	-	-	-	-
-	7,2	8,6	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-	-	-	-
7.2	8,6	10,3	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-	-	-
8,6	10,3	12,3	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-	-
10,3	12,3	14,7	-	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-
12,3	14,7	17,5	-	-	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-	-
14,7	17,5	21	-	-	-	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-	-
17,5	21	-	-	-	-	-	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60	-
21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	14	16	22	27	33	40	49	60
Lượng chạy dao phút Sph_h, mm/ph			Công suất cắt N, kW															
43			-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6
61			-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1
88			-	-	-	-	1,0	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2
104			-	-	-	-	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-
124			-	-	1,0	1,0	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-
148			-	1,0	1,2	1,2	1,8	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-
177			1,0	1,2	1,5	1,5	2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-
210			1,2	1,5	1,8	1,8	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-	-
250			1,5	1,8	2,1	2,1	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-	-	-
300			1,8	2,1	2,5	2,5	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-	-	-	-
360			2,1	2,5	3,0	3,6	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt phụ thuộc vào cơ tính của thép cho trong bảng 5-123.

Bảng 5-175. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay mặt phẳng và vấu lồi gang xám bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz,mm/răng			Chiều sâu cắt t, mm													
0,11-0,18	0,19-0,3	0,31-0,5														
Chiều rộng phay B, mm																
-	-	6,1	17	21	26	32	39	49	60	-	-	-	-	-	-	-
-	6,1	7,2	14	17	21	26	32	39	49	60	-	-	-	-	-	-
6,1	7,2	8,7	11	14	17	21	26	32	39	49	60	-	-	-	-	-
7,2	8,7	10,3	-	11	14	17	21	26	32	39	49	60	-	-	-	-
8,7	10,3	12,3	-	-	11	14	17	21	26	32	39	49	60	-	-	-
10,3	12,3	14,7	-	-	-	11	14	17	21	26	32	39	49	60	-	-
12,3	14,7	-	-	-	-	-	11	14	17	21	26	32	39	49	60	-
14,7	-	-	-	-	-	-	-	11	14	17	21	26	32	39	49	60
Lượng chạy dao phút Sph, mm/ph			Công suất cắt N, kW													
86			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7
103			-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1
123			-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5
147			-	-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9
175			-	-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5
210			-	-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3
250			-	-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1
300			-	-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1
360			-	-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2
420			-	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2	-
510			1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-
610			1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-
730			1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-
870			1,7	2,1	2,5	2,9	3,5	4,3	5,1	6,1	7,2	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công thức tính tính tốc độ cắt phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-139.

Bảng 5-176. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay mặt phẳng và vấu lồi hợp kim đồng bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió.*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng		Chiều sâu cắt t, mm												
0,08 — 0,14	0,15 — 0,26													
Chiều rộng phay B, mm														
-	7,2	14	18	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-	-
7,2	8,6	12	14	18	22	27	33	40	49	60	-	-	-	-
8,6	10,3	10	12	14	18	22	27	33	40	49	60	-	-	-
10,3	12,3	-	10	12	14	18	22	27	33	40	49	60	-	-
12,3	14,7	-	-	10	12	14	18	22	27	33	40	49	60	-
14,7	-	-	-	-	10	12	14	18	22	27	33	40	49	60
Lượng chạy dao phút Sph_b, mm/ph		Công suất cắt N, kW												
88		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4
104		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7
124		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0
148		-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4
177		-	-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8
210		-	-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4
250		-	-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1
300		-	-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8
360		-	-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8	-
430		-	-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8	-	-
515		-	1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8	-	-	-
610		1,2	1,4	1,7	2,0	2,4	2,8	3,4	4,1	4,8	-	-	-	-

m) Phay rãnh, mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng.

Bảng 5-177. *Lượng chạy dao Sz.*

Phay thép									
Công suất máy (đầu phay) kW	Độ cứng vững của hệ thống	Phay rãnh				Phay mặt phẳng và vấu lồi			
		Độ bền σ_B, MPa							
		≤ 900		> 900		≤ 900		> 900	
		Chiều sâu cắt t, mm							
		≤ 30	> 30	≤ 30	> 30	≤ 30	> 30	≤ 30	> 30
		Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng							
> 10	Cao	0,12 ÷ 0,15	0,10 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10	0,06 ÷ 0,08	0,20 ÷ 0,25	0,18 ÷ 0,22	0,15 ÷ 0,20	0,12 ÷ 0,15
	Trung bình	0,10 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10	0,06 ÷ 0,08	0,05 ÷ 0,06	0,18 ÷ 0,22	0,15 ÷ 0,20	0,12 ÷ 0,15	0,12 ÷ 0,12
5 - 10	Cao	0,10 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10	0,06 ÷ 0,08	0,05 ÷ 0,06	0,18 ÷ 0,22	0,15 ÷ 0,20	0,12 ÷ 0,15	0,10 ÷ 0,12
	Trung bình	0,08 ÷ 0,10	0,05 ÷ 0,08	0,05 ÷ 0,06	0,04 ÷ 0,05	0,15 ÷ 0,20	0,10 ÷ 0,15	0,10 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,10

1- Giới hạn trên của lượng chạy dao Sz được dùng khi chiều rộng rãnh nhỏ, giới hạn dưới dùng cho chiều rộng rãnh lớn.

2- Giá trị lượng chạy dao trong bảng bảo đảm nhận được độ nhám bề mặt có Ra 2,5 ÷ Ra1,25

Bảng 5-178. *Tốc độ cắt V khi phay mặt phẳng và vấu lồi thép bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	D / Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng			
				0,1	0,13	0,20	0,30
				Tốc độ cắt V, m/ph			
120	110/8	5 - 16	6,3	477	456	-	-
			8,5	421	407	-	-
			11	376	363	307	-
			15	335	322	274	-
			20	295	286	245	206
			28	264	255	216	184
180	150/10	6 - 20	8,5	388	377	321	-
			11	348	334	284	242
			15	310	297	252	216
			20	274	267	224	190
			28	244	236	199	170
			37	217	209	178	151
240	200/12	6 - 20	20	216	254	214	185
			28	232	226	192	163
			37	206	200	170	145
			50	185	179	151	130
	200/14	6 - 20	20	264	254	217	183
			28	235	226	191	163
			37	208	201	170	145
			50	185	180	151	129

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép

σ_B, MPa	400 ÷ 470	480 ÷ 570	580 ÷ 680	690 ÷820	830 ÷ 980	990 ÷1180
HB	114 - 135	137 - 163	166 - 194	197 - 234	237 - 280	283 - 337
Hệ số điều chỉnh	1,42	1,26	1,12	1,0	0,89	0,79

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao

Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,5	0,75	1,0	1,5	2	3	4
Hệ số điều chỉnh	1,27	1,1	1,0	0,87	0,78	0,68	0,62

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số răng thực tế của dao phay cho trong bảng 5-187.

Bảng 5-179. *Tốc độ cắt V khi phay rãnh thép bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng.*

T, ph	D / Z	B, mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
				0,04	0,06	0,09	0,13	0,20
				Tốc độ cắt V, m/ph				
120	110 / 8	10-26	7	576	494	417	361	-
			10	520	444	376	324	-
			15	461	394	334	288	245
			23	407	348	295	255	217
180	150 / 10	12 - 26	7	530	449	380	328	-
			10	474	404	342	295	251
			15	420	358	304	262	223
			23	372	318	270	233	198
			34	328	280	237	205	174
240	200 / 12	14 - 30	15	397	338	287	248	210
			23	353	302	256	220	188
			34	310	265	224	194	165
			50	278	236	200	173	147
	200 / 14	14 - 30	15	397	338	287	248	210
			23	353	302	256	220	188
			34	310	265	224	194	165
			50	278	236	200	173	147

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-178.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số răng thực tế của dao phay cho trong bảng 5-187.

Bảng 5-180. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay mặt phẳng và vấu lồi thép bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng.*

σ_B, MPa/HB của thép			Chiều sâu cắt t,mm															
≤ 560	560÷1000	>1000																
≤ 160	160-285	>285																
Chiều rộng phay B, mm																		
2,3	-	-	13	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3,5	2,8	2,3	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-	-	-
5,3	4,3	3,5	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-
8	6,5	5,3	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	-	-	-
10	8	6,5	-	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	-	-
12	10	8	-	-	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50	-
15	12	10	-	-	-	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40	50
-	15	12	-	-	-	-	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32	40
-	-	15	-	-	-	-	-	3,5	4,3	5,5	6,8	8,5	10	13	16	20	25	32
Lương chạy dao răng Sz, mm/răng			Công suất cắt N, kW															
0,09	0,16	0,30																
Lương chạy dao phút S_{ph}, mm/ph																		
190	230	270	-	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5
230	270	325	-	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5
270	325	385	-	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8
325	385	460	-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3
385	460	550	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1
460	550	660	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2
550	660	790	1,1	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2	15,8
660	790	940	1,3	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2	15,8	18,9
790	940	1120	1,6	1,9	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2	15,8	18,9	23
940	1120	1340	1,9	2,3	2,6	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2	15,8	18,9	23	-
1120	1340	1600	2,3	2,7	3,2	3,8	4,6	5,5	6,5	7,8	9,3	11,1	13,2	15,8	18,9	23	-	-

Hệ số điều chỉnh để tính vận tốc cắt phụ thuộc vào góc trước của dao cho trong bảng 5-129.

Bảng 5-181. *Công suất cắt yêu cầu N khi phay rãnh thép bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng.*

σ_B, MPa/HB của thép			Chiều sâu cắt t,mm																
≤ 560	560÷1000	>1000																	
≤ 160	160-285	>285																	
Chiều rộng phay B, mm																			
11,4	-	-	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-	-	-	-	-	-
13,4	11,4	-	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-	-	-	-	-
15,7	13,4	11,4	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-	-	-	-
18,5	15,7	13,4	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-	-	-
21,7	18,5	15,7	-	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-	-
25,5	21,7	18,5	-	-	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-	-
30	25,5	21,7	-	-	-	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50	-
-	30	25,5	-	-	-	-	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41	50
-	-	30	-	-	-	-	-	-	5,7	7,0	8,5	10,4	12,6	15,3	18,7	23	28	34	41
Lượng chạy dao phút Sph,mm/ph							Công suất cắt N, kW												
124			-	-	-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0
151			< 1kW		1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0
184			-	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6
225			1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6
270			1,3	1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22
330			1,6	1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-
405			1,9	2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-
490			2,2	2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-
600			2,6	3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-
730			3,2	3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-	-
890			3,8	4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-	-	-
1080			4,5	5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-	-	-	-
1310			5,4	6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-	-	-	-	-
1600			6,4	7,7	9,2	11,0	13,0	15,6	18,6	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công thức tính tốc độ cắt phụ thuộc vào góc trước của dao cho trong bảng 5-129.

n) Phay rãnh then hoa và cắt đứt bằng dao phay thép gió.

Bảng 5-182. *Lượng chạy dao Sz khi phay then hoa .*

Dao phay			Chiều rộng rãnh B, mm	Dao phay răng nhỏ			Dao phay răng lớn	
Đường kính D, mm	Z			Chiều sâu cắt t, mm				
	Răng nhỏ	Răng lớn		2	5	6	10	15
				Lượng chạy dao răng S_Z, mm/răng				
Gia công thép								
40	72	40	0,8	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	-	-
			1,0	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	-	-
60	90	60	1,0	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	0,01-0,007	-
	72	50	2,0	0,015-0,01	0,01-0,005	0,015-0,01	0,015-0,01	-
75	108	72	1,0	0,01-0,007	0,007-0,003	0,01-0,007	0,01-0,007	-
	90	60	2,0	0,015-0,01	0,01-0,005	0,015-0,01	0,015-0,01	0,01-0,007
	72	50	3,0	0,015-0,01	0,01-0,005	0,02-0,01	0,02-0,015	0,010-0,007
			4,0	0,02-0,015	0,015-0,01	0,02-0,015	0,02-0,01	0,015-0,01
			5,0	-	-	0,025-0,015	0,02-0,015	0,015-0,01
Gia công gang và hợp kim đồng								
40	72	40	0,8	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	-	-
			1,0	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	-	-
60	90	60	1,0	0,01-0,007	0,007-0,03	0,01-0,007	0,01-0,007	-
	72	50	2,0	0,02-0,01	0,015-0,07	0,02-0,015	0,015-0,01	-
75	108	72	1,0	0,01-0,007	0,007-0,003	0,01-0,007	0,01-0,007	-
	90	60	2,0	0,02-0,01	0,015-0,07	0,02-0,015	0,015-0,01	0,01-0,007
	72	50	3,0	0,025-0,015	0,02-0,01	0,025-0,015	0,02-0,015	0,015-0,01
			4,0	0,025-0,015	0,02-0,01	0,03-0,015	0,025-0,02	0,02-0,015
			5,0	-	-	0,04-0,02	0,03-0,02	0,025-0,015

Lượng chạy dao khi cắt đứt

Dao phay			Dao phay răng nhỏ			Dao phay răng lớn	
Đường kính D, mm	Z	B, mm	Chiều sâu cắt t, mm				
			6	10	15	20	30
			Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
Gia công thép							
60	36	1,1	0,02-0,015	0,02-0,01	-	-	-
	30	2,0	0,025-0,015	0,02-0,01	-	-	-
75	36	1,0	0,02-0,015	0,02-0,01	-	-	-
	36	2,0	0,025-0,015	0,02-0,01	0,02-0,01	-	-
	30	3,0	0,03-0,02	0,025-0,015	0,02-0,01	-	-
110	50	1,5	0,025-0,02	0,02-0,015	0,02-0,01	0,02-0,01	0,015-0,01
	50	2,0	0,03-0,025	0,025-0,02	0,025-0,02	0,025-0,015	0,02-0,015
	40	3,0	0,03-0,02	0,03-0,02	0,025-0,02	0,02-0,015	0,015-0,01
150-200	60	2,0	-	-	0,025-0,02	0,02-0,015	0,015-0,01
	50	3,0-5,0	-	-	0,03-0,02	0,025-0,015	0,02-0,015
Gia công gang và hợp kim đồng							
60	36	1,0	0,03-0,02	0,02-0,01	-	-	-
	30	2,0	0,03-0,02	0,025-0,015	-	-	-
75	36	1,0	0,03-0,02	0,02-0,01	-	-	-
	30	2,0	0,03-0,02	0,025-0,015	0,025-0,015	-	-
	30	3,0	0,04-0,03	0,03-0,015	0,025-0,015	-	-
110	50	1,5	0,03-0,02	0,025-0,015	0,025-0,015	0,02-0,015	0,02-0,015
	50	2,0	0,04-0,03	0,035-0,03	0,03-0,025	0,025-0,015	0,02-0,015
	40	3,0	0,04-0,03	0,04-0,03	0,035-0,025	0,03-0,02	0,025-0,02
150-200	60	2,0	-	-	0,03-0,025	0,025-0,015	0,02-0,015
	50	3,0-5,0	-	-	0,03-0,02	0,03-0,025	0,025-0,015

Bảng 5-183. *Tốc độ cắt V khi phay then hoa và cắt đứt thép bằng dao phay thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

T, ph	D,mm	Z	B,mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
					0,003	0,005	0,01	0,02	0,035
					Tốc độ cắt V, m/ph				
Phay rãnh then hoa									
60	40	72	1,0	3	98	89	78	69	59
		40	1,0	3	103	94	82	73	63
				6	88	80	70	62	53
		90	1,5	10	73	66	58	51	44
				3	98	89	78	69	59
60	60	50	1,5	3	104	94	83	73	63
				6	88	80	70	62	53
				10	73	67	59	52	44,5
60	75	90	2	3	97	88	78	68	59
		60	2	3	101	92	81	71	61
				6	86	78	69	50	52
				10	72	65	57	60	43,5
Phay cắt đứt									
60	60	36	1,5	10	76	69	61	53	46
				15	66	60	53	46,5	40
60	75	36	2	10	75	66	60	53	46
				15	55	59	52	46	40
75	110	50	2,5	20	58	52	46,5	40,5	35
				30	52	47,5	41,5	36,5	31,5
120	150	60	3	20	54	49	43,5	38	33
				30	48,5	44	39	34,5	30
				45	43	39	34,5	30	26
150	200	60	4	20	53	47,5	42	37	32
				30	47	42,5	37,5	33,5	29
				45	42	37,5	35,5	29,5	25
				70	37	33,5	29,5	25,5	22,5

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép và chu kỳ bền cầu dao cho trong bảng 5-120.				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay.				
Tỷ số giữa chiều rộng thực tế và chiều rộng danh nghĩa : $B_{Ф}/B_{H}$	0,5	1,0	1,5	2,0
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,0	0,92	0,87
Khi cắt rãnh và cắt đứt bằng dao phay công suất tiêu thụ khi tải trong cực đại không được vượt quá 1,2 kW.				

Bảng 5-184. *Tốc độ cắt V khi phay then hoa và cắt đứt gang xám bằng dao phay thép gió.*

T, ph	D,mm	Z	B,mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
					0,003	0,005	0,01	0,02	0,035
					Tốc độ cắt V, m/ph				
Phay rãnh then hoa									
90	40	72	1,0	3	148	120	94	72	56
		40	1,0	3	157	128	100	77	60
				6	120	97	76	59	45,5
				10	88	72	56	43,5	33,5
90	60	90	1,5	3	145	118	92	71	55
		50	1,5	3	135	125	98	75	58
				6	117	94	75	57	44
				10	86	70	55	42	32,5
90	75	90	2	3	143	115	91	70	54
		60	2	3	148	120	94	72	56
				6	113	91	72	55	42,5
				10	83	67	53	40,5	31,5
Phay cắt đứt									
90	60	36	1,5	10	89	72	57	43,5	33,5
				15	71	58	45,5	35	27
90	75	36	2	10	89	71	56	43	33
				15	70	56	44,5	34	26,5
120	110	50	2,5	20	56	45,5	36	27,5	21,5
				30	48,5	39,5	30,5	23,5	18,5
180	150	60	3	20	53	43	34	26	20
				30	45,5	36,5	29	22	17,5
				45	36,5	29,5	23	17,5	13,5
210	200	60	4	20	52	42,5	33,5	22,5	20
				30	44,5	36,5	29	22	17
				45	36	29	22,5	17,5	13,5
				70	29	24	19	14	10,5

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của gang cho trong bảng 5-134.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-172.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều rộng phay.

Tỷ số giữa chiều rộng thực tế và chiều rộng danh nghĩa : $B_Ф/B_H$	0,5	1,0	1,5	2,0
Hệ số điều chỉnh	1,15	1,0	0,92	0,87

Khi cắt rãnh và cắt đứt bằng dao phay công suất tiêu thụ khi tải trọng lớn nhất không được vượt quá 0,5 kW.

Bảng 5-185. *Tốc độ cắt V khi phay then hoa và cắt đứt hợp kim đồng bằng dao phay thép gió.*

T, ph	D,mm	Z	B,mm	t, mm	Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
					0,003	0,006	0,01	0,02	0,035
					Tốc độ cắt V, m/ph				
Phay rãnh then hoa									
60	40	72	1,0	3	206	187	164	144	125
		40	1,0	3	217	197	173	152	132
				6	184	168	148	129	112
				10	154	139	123	108	93
60	60	90	1,5	3	205	186	164	144	125
		50	1,5	3	217	198	173	153	132
				6	184	168	147	129	112
				10	154	140	123	108	93
60	75	90	2	3	205	185	163	143	124
		60	2	3	208	193	170	149	129
				6	182	164	144	127	110
				10	151	137	121	106	92
Phay cắt đứt									
60	60	36	1,5	10	160	145	127	112	97
				15	138	126	111	97	84
60	75	36	2	10	158	138	127	111	97
				15	137	124	110	97	84
75	110	50	2,5	20	121	110	97	85	73
				30	109	99	87	75	66
120	150	60	3	20	114	103	91	79	69
				30	103	93	82	72	62
				45	90	82	72	62	54
150	200	60	4	20	111	100	88	78	67
				30	99	90	79	70	61
				45	88	79	70	62	53
				70	78	70	61	54	47,5

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và mác hợp kim đồng cho trong bảng 5-224.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao cho trong bảng 5-136.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào trạng thái bề mặt gia công.

Trạng thái bề mặt	Không vỏ cứng	Có vỏ cứng	
		HB ≤ 200	HB > 200
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,9	0,95

Khi cắt rãnh và cắt đứt bằng dao phay công suất tiêu thụ khi tải trọng lớn nhất không được vượt quá 0,75 kW.

o) Phay rãnh then thép bằng dao phay rãnh then thép gió.

Bảng 5-186. *Chế độ cắt khi có dung dịch trơn nguội.*

Đường kính dao D,mm	Bề rộng rãnh B, mm	Phay rãnh trên máy có chạy dao khứ hồi			Phay rãnh sau mot đường chuyển dao		
		V, m/ph	Sau một lần chuyển dao, chiều sâu cắt t, mm	S_{ph}, mm/ph	V, m/ph	Sph,mm/ph	
						Đứng khi cắt hướng kính	Ngang
6	6	22,3		472		16	54
8	8	24,0		420		13	45
10	10	24,8		394		13	39
12	12	25		398		12	35
16	16	26,6		360		10	30
18	18	27		353		10	27
20	20	27,4	0,2	340	25	9	27
24	24	28,3		308		8	24
28	28	29,2		298		8	24
32	32	29,8		284		7	24
36	36	30,6		270		7	24
40	40	30,8		268		6	24

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào nhóm và cơ tính của thép.

σ_B, MPa	380 ÷ 440	450 ÷ 510	520 ÷ 590	600 ÷ 700	710 ÷ 800	810 ÷ 930	940 ÷ 1070	1080 ÷ 1240
HB	111 - 126	127 - 146	147 - 169	170 - 200	201 - 228	229 - 266	267 - 306	307 - 354
Loại thép	Hệ số điều chỉnh							
Thep cacbon	1,06	1,21	1,34	1,15	1,0	0,86	0,66	-
Thép hợp kim	-	1,6	1,34	1,08	0,9	0,75	0,56	0,42

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao T

Chu kỳ bền của dao T, ph	30	45	60
Hệ số điều chỉnh	1,1	1,0	0,93

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chiều sâu phay t, mm

Chiều sâu phay t, mm	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Hệ số điều chỉnh	1,24	1,09	1,0	0,93	0,88

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào dung dịch trơn nguội

Điều kiện làm việc	Có dung dịch trơn nguội	Không dung dịch trơn nguội
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,8

p) Phay hợp kim nhôm.

Bảng 5-187. *Chế độ cắt*

Lượng chạy dao răng Sz, mm/răng				
Kiểu dao phay			Vật liệu dụng cụ cắt	Sz, mm/răng
Mặt đầu			Hợp kim cứng	0,2 — 0,3
Đĩa	Để gia công mặt phẳng	Răng chắp		0,15 — 0,2
	Để gia công rãnh			0,10 — 0,15
	Để gia công mặt phẳng	Liền khối	Hợp kim cứng và thép gió	0,10 — 0,15
	Để gia công rãnh			0,08 — 0,12

Tốc độ cắt V, m/ph		
Kiểu dao phay	Vật liệu dụng cụ cắt	Tốc độ cắt V, m/ph
Đĩa liền khối	Thép gió	300 — 400
Mặt đầu; đĩa răng chắp	Hợp kim cứng	500 — 700
	Hợp kim cứng	600 — 900

Tốc độ cắt thấp dùng cho lượng chạy dao lớn.							
Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt							
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số răng của dao phay.							
Kiểu dao phay	Vật liệu gia công	Tỷ số giữa số răng thực tế và số răng danh nghĩa theo bảng tiêu chuẩn					
		0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
		Hệ số điều chỉnh					
Dao phay thép gió							
Mặt đầu đĩa, cắt rãnh, cắt đứt, định hình	Thép, gang, hợp kim đồng	1,15	1,05	1,0	0,95	0,95	0,9
Trụ ngon	Thép, hợp kim đồng	1,15	1,05	1,0	0,95	0,95	0,9
	Gang xám	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7
Dao phay gắn hợp kim cứng							
Mặt đầu đĩa	Thép và gang	1,0					
Trụ	Thép	1,15	1,05	1,0	0,95	0,95	0,9
	Gang xám	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85
Ngon	Thép cacbon	1,2	1,1	1,0	0,95	0,9	0,85
	Thép hợp kim	1,4	1,2	1,0	0,9	0,85	0,8

7. Cắt ren.

a) Cắt ren bằng tarô.

Bảng 5-188. *Tốc độ cắt V khi cắt ren bằng tarô máy thép gió có dung dịch trơn nguội.*

Kích thước danh nghĩa của ren M, mm	Bước ren P, mm						
	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	3
	Tốc độ cắt V, m/ph						
M3 - M6	6	7	8	-	-	-	-
M8 - M10	7	8	9	9	10	-	-
M12 - M16	8	9	10	10	11	11	-
M18 - M24	9	10	11	-	13	13	12
≥ M27	-	11	12	-	14	13	13

1- Khi cắt ren bằng tarô lỗ ren M < 10mm và bước ren P < 1mm thì tốc độ cắt V = 8 ÷ 10m/ph; với các kích thước khác của lỗ ren M thì lấy tốc độ cắt V = 12 ÷ 14m/ph.

2- Tốc độ cắt V cho trong bảng dùng để cắt ren cấp chính xác thông thường, còn khi cắt ren cấp chính xác cao thì tốc độ cắt V trong bảng phải nhân với hệ số k = 0,8.

3- Với các ren không kẹp chặt thì tốc độ cắt V trong bảng phải nhân với hệ số k = 1,1 ÷ 1,2

Hệ số điều chỉnh cho vận tốc cắt phụ thuộc vào vật liệu gia công										
Vật liệu gia công	Thép cacbon					Thép hợp kim		Gang xám; đồng	Đồng thau	Hợp kim nhôm
	30; 40; 45		A12 A20	08 10	15 20	Thường hoá	Đã cải thiện			
	Thường hoá	Làm tốt								
Hệ số điều chỉnh	1	0,85	1,15	0,7	0,9	0,9	0,7	1,1	1,4	1,5

b) Cắt ren bằng bàn ren và bằng đầu cắt ren.

Bảng 5-189. *Tốc độ cắt V khi cắt ren bằng bàn ren, có dung dịch trơn nguội.*

Loại ren	Kích thước danh nghĩa của ren M,mm								
	6	8	10	12	16	20	24	30	36
	Tốc độ cắt V, m/phút								
Loại 1	2,5	2,6	2,8	3,0	3,4	3,5	3,6	3,8	4,0
Loại 2	3,5	3,4	4,6	4,5	4,8	6,0	5,9	5,9	5,6

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cơ tính của thép					
Nhóm thép	Thép cacbon			Thép hợp kim	
HB	107 - 138	138 - 169	169 - 230	< 200	200 - 230
Hệ số điều chỉnh	0,6	0,7	1,0	0,9	0,8

Bảng 5-190. *Tốc độ cắt V bằng đầu cắt ren lược thép gió, có dung dịch trơn nguội.*

Kích thước danh nghĩa của ren M, mm	Bước ren P, mm						
	0,5	0,75	1	1,25	1,5	2	3
	Tốc độ cắt V, m/ph						
M3 - M6	9	10	11	-	-	-	-
M8 - M10	10	11	12	12	13	-	-
M12 - M16	11	12	13	13	14	15	-
M18 - M24	12	13	14	-	15	16	15
M27 và lớn hơn	-	14	15	-	16	17	16

1- Tốc độ cắt V cho trong bảng dùng để cắt ren cấp chính xác thông thường, còn khi cắt ren cấp chính xác cao thì tốc độ cắt V trong bảng phải nhân với hệ số k = 0,8.

2- Với các ren không kẹp chặt thì tốc độ cắt V trong bảng phải nhân với hệ số k = 1,1 ÷ 1,2.

3- Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công cho trong bảng 5- 188.

8.Cắt răng.

a) Gia công bánh răng trụ bằng dao phay môđun trục vít.

Bảng 5-191. Chế độ cắt

Lương chạy dao So khi gia công thô					
Vật liệu gia công	Môđun m, mm	Công suất động cơ máy, kW			
		1,5 — 2,8	3 — 4	5 — 9	10
		Lương chạy dao sau một vòng quay chi tiết So, mm/vòng.			
Thép 45 HB170 - 207	1.5	0,8 — 1,2	1,4 — 1,8	1,6 — 1,8	-
	2.5	1,2 — 1,6	2,4 — 2,8	2,4 — 2,8	2,4 — 2,8
	4	1,6 — 2,0	2,6 — 3,0	2,8 — 3,2	2,8 — 3,2
	6	1,2 — 1,4	2,2 — 2,6	2,4 — 2,8	2,6 — 3,0
	8	-	2,0 — 2,2	2,2 — 2,6	2,4 — 2,8
	12	-	-	2,0 — 2,4	2,2 — 2,6
Gang xám HB170 - 210	1.5	0,9 — 1,3	1,6 — 2,2	1,8 — 2,2	-
	2,5	1,3 — 1,8	2,6 — 3,0	2,6 — 3,0	2,6 — 3,2
	4	1,8 — 2,2	2,8 — 3,2	3,0 — 3,5	3,0 — 3,5
	6	1,3 — 1,6	2,4 — 3,0	2,6 — 3,0	2,8 — 3,3
	8	-	2,2 — 2,4	2,5 — 2,8	2,6 — 3,0
	12	-	-	2,2 — 2,6	2,4 — 2,8

Lương chạy dao khi gia công tinh sau một vòng quay chi tiết So				
Đặc điểm gia công	Độ nhám bề mặt	Vật liệu gia công	Môđun m , mm	So, mm/vòng
Kim loại liền khối, chưa tạo rãnh răng sơ bộ	Rz40 — Rz20	Thép 45 HB 170 - 207	1,5 — 2	1,0 — 1,2
			3	1,2 — 1,8
	Ra2,5		1,5 — 2	0,5 — 0,8
			3	0,8 — 1,0
	Rz40 — Rz20	Gang xám HB 170 - 210	1,5 — 2	1,2 — 1,4
			3	1,4 — 1,8
	Ra2,5		1,5 — 2	0,5 — 0,8
			3	0,8 — 1,0
Đã cắt sơ bộ rãnh răng	Rz40 — Rz20	Thép	-	2,0 — 2,5
	Ra2,5	Gang xám	-	0,7 — 0,9

1- Giá trị lương chạy dao So nhỏ dùng khi cắt các bánh răng có số răng Z < 25; giá trị lương chạy dao So lớn dùng khi cắt các bánh răng có số răng Z > 25.

2- Giá trị lương chạy dao So cho trong bảng dùng khi phay nghịch. Khi phay thuận thì giá trị lương chạy dao So cho trong bảng cần tăng lên 20 ÷ 25%.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào bước phay			
Số bước phay	1	2	3
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,75	0,65

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công									
Mác thép	35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 18XГT 12XH3 20X	30XГT	18XHBA 38XMIOA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép	156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	1,0		0,9		1,0	0,9		0,8	0,7

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng của răng						
Góc nghiêng của răng β^0		0	15	30	45	60
Hệ số điều chỉnh	Dao và bánh răng gia công cùng hướng nghiêng	1,0	0,90	0,80	0,65	0,45
	Dao và bánh răng gia công khác hướng nghiêng	1,0	0,75	0,65	0,50	0,35

Bảng 5-192. *Tốc độ cắt V khi gia công thép.*

Gia công thô					
S_0, mm/vòng	Modun m , mm				
	1,5 — 3	4	6	8	12
	Tốc độ cắt V, m/ph				
0,6	-	-	58	43	40
0,8	57	57	50	41	35
1,1	48	48	42	35	30
1,5	42	42	36	30	25,5
2,0	36	36	32	26	22
2,8	30,5	30,5	27	22	18,7
3,7	26,5	26,5	23	19,2	16,2
5,0	23	23	20	16,6	14

Gia công tinh				
Đặc điểm gia công		S_0, mm/vòng	Modun m ,mm	
			1,5 - 3	4 - 12
			Tốc độ cắt V, m/ph	
Liền khối kim loại chưa tạo rãnh sơ bộ		≤ 0,7	60	-
		0,9	48	-
		1,1	41	-
		1,3	35	-
		1,6	29	-
		2,0	24	-
		2,5	20	-
Đã cắt sơ bộ rãnh răng	Rz 40 - Rz 20	2,0 - 2,5	22 - 24	
	Ra2,5	0,7 - 0,9	18 - 20	

Chu kỳ bền trung bình T của dao phay					
Cắt modun m , mm		4	6	8	12
Chu kỳ bền T, ph	Gia công thô	240	360	480	720
	Gia công tinh	240	240	240	360

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt			
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số đầu mối dao phay			
Số đầu mối dao phay	1	2	3
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,85	0,75

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công									
Mác thép	35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 18XΓT 12XH3 20X	30XΓT	18XHBA 38XMIOA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép	156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	1,1	1,0	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8		0,7

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng của răng					
Góc nghiêng của răng β^0	0	15	30	45	60
Hệ số điều chỉnh	1,0		0,9	0,8	0,7

(tiếp bảng 5-192)

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao							
Tỷ số giữa chiều rộng thực tế và chiều rộng danh nghĩa : $B_Ф/B_H$	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số lượng bước phay			
Số lượng bước khi cắt răng	Một bước	Hai bước	
		Bước 1	Bước 2
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,0	1,4

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào cấp chính xác của dao phay đĩa môđun			
Cấp chính xác của dao		B ; C	D
Hệ số điều chỉnh	Thép	1,0	0,8
	Gang	1,0	0,95

Bảng 5-193. *Tốc độ cắt V khi gia công gang xám.*

Gia công thô						
Lượng chạy dao S_o, mm/vòng	Môđun m , mm					
	1,5	3	4	6	8	12
	Tốc độ cắt V, m/ph					
0,7	-	54	52	45	41	35,5
1,0	54	49	46,5	40,5	36,5	32
1,5	48	43	41,5	36	32,5	28
2,3	42	38	36,5	31,5	28,5	25
3,4	38	34	32,5	28	25,5	22
5,0	34	30	29	25	22,5	19,7

Gia công tinh					
Đặc điểm gia công		Lượng chạy dao S_o, mm/vòng	Môđun m ,mm		
			1,5	3	4 - 12
			V, m/ph		
Liền khối kim loại chưa tạo rãnh sơ bộ		≤ 0,6	35	46	-
		0,8	31	40	-
		1,0	28	37	-
		1,4	24	32	-
		1,9	22	28	-
		2,5	19	25	-
Đã cắt sơ bộ rãnh răng	Rz 40 - Rz 20	2,0 - 2,5	23 - 26		
	Ra2,5	0,7 - 0,9	20 - 22		

Chu kỳ bền trung bình T của dao phay					
Cắt răng môđun m , mm		4	6	8	12
Chu kỳ bền T, ph	Gia công thô	480	720	960	1440
	Gia công tinh	480	480	480	720

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt					
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng của răng					
Góc nghiêng của răng β^0	0	15	30	45	60
Hệ số điều chỉnh	1,0		0,95	0,9	0,8

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao					
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	1,3	1,1	1,0	0,85	0,80

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào số răng Z của bánh răng gia công					
Số răng Z	20	30	50	80	120
Hệ số điều chỉnh	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào: số đầu mối của dao phay lăn; vào số bước cắt ; cấp chính xác của dao phay cho trong bảng 5-192.

b) Gia công bánh vít bằng dao phay đĩa môđun.

Bảng 5-194. *Chế độ cắt khi gia công gang xám và đồng.*

Môđun m, mm	Đường kính dao phay D, mm	Chạy dao hướng kính				Chạy dao tiếp tuyến	
		Công suất động cơ máyN, kW			Tốc độ cắt V, m/ph	N 1,5÷4 kW	Tốc độ cắt V, m/ph
		1,5-2,8	3-4	5-9			
		Lượng chạy dao vòng phôi S rad,mm/vòng				St, mm/vòng	
3	70	0,60	0,90	-	26,4	1,4-1,6	26,4
4	80	0,55	0,85	0,95	24,5	1,3-1,5	24,5
5	90	0,50	0,80	0,90	23	1,2-1,4	23
6	125	0,50	0,75	0,85	23	1,2-1,3	23
8	145	0,45	0,68	0,78	22,5	1,1-1,2	22,5
10	164	0,40	0,64	0,74	20,5	-	-
12	171	-	0,60	0,70	20,5	-	-

Khi cắt theo phương pháp chạy dao hướng kính để đạt độ chính xác răng cao (cấp 6) và độ nhám bề mặt Ra2,5 cần phải tiến hành một vài vòng cắt không có chạy dao hướng kính. Thời gian gia công cơ bản (thời gian chính) trong trường hợp này tăng lên 15 ÷ 20%.

c) Gia công bánh răng trụ bằng dao xọc răng.

Bảng 5-195. *Chế độ cắt.*

Lượng chạy dao khi gia công thô						
Đặc điểm gia công	Vật liệu gia công	Môđun m ,mm	Công suất động cơ máyN, kW			
			1,0 — 1,5	1,6 — 2,5	2,5 — 5	> 5
			Lượng chạy dao vòng S, mm/h.t. kép.			
Gia công xọc cuối cùng	Thép 45 HB 170-207	4	0,35-0 40	0,40-0,45	-	-
		6	0,15-0,20	0,30-0,40	0,40-0,50	-
		8	-	-	0,30-0,40	0,40-0,50
	Gang xám HB 170-210	4	0,40-0,50	0,40-0,50	-	-
		6	0,16-0,22	0,30-0,45	0,40-0,50	-
		8	-	-	0,35-0,45	0,45-0,50
Cả răng tiếp theo	Thép 45 HB 170-207	4	0,28 - 0,32	0,32-0,36	-	-
		6	0,12-0,16	0,24-0,32	0,32-0,4	-
		8	-	-	0,28-0,32	0,32-0,4
	Gang xám HB 170-210	4	0,32-0,4	0,36-0,40	-	-
		6	0,13-0,16	0,24-0,36	0,32-0,40	-
		8	-	-	0,28-0,36	0,36-0,40
Mài răng tiếp theo	Thép 45 HB 170-207	4	0,32-0,36	0,36-0,40	-	-
		6	0,14-0,18	0,27-0,36	0,36-0,45	-
		8	-	-	0,27-0,36	0,36-0,45

Lượng chạy dao khi gia công tinh (Ra 2,5)			
Đặc điểm gia công	Vật liệu gia công	Môđun m, mm	S, mm/h.t. kép.
Liền khối kim loại chưa gia công tạo rãnh	Thép 45 HB 170-207	2 - 3	0,25 - 0,3
	Gang HB170-210		0,3 - 0,35
Đã cắt sơ bộ rãnh răng	Thép 45 HB 170-207	4 - 8	0,22 - 0,25
	Gang HB170-210		0,35

1- Lượng chạy dao vòng S cho trong bảng dùng để gia công trong một lần cắt. Khi gia công thô theo hai bước cắt thì cần tăng S lên 20%.

2- Lượng chạy dao vòng S lớn được dùng khi gia công bánh răng có số răng $Z > 25$; lượng chạy dao vòng S nhỏ dùng khi gia công bánh răng có số răng $Z < 25$.

3- Lượng chạy dao vòng S hướng kính (khi cắt theo phương pháp tiến dao hướng kính) được lấy bằng 0,1 ÷ 0,3 lượng chạy dao vòng S_{rad} = 0,1 ÷ 0,3 mm/ hành trình kép.

(tiếp bảng 5-195)

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công									
Mác thép	35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 18XΓT 12XH3 20X	30XΓT	18XHBA 38XMIOA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép	156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	1,1		0,9		1,0	0,9		0,8	0,7

Bảng 5-196. *Tốc độ cắt V khi gia công thép - cắt thô và cắt tinh (Ra2,5) từ phôi chưa gia công tạo rãnh răng.*

Tốc độ cắt thô trên phôi				
Lượng chạy dao vòng S mm/hành trình kép	Cắt môđun m, mm tới			
	2	4	6	8
	Tốc độ cắt V, m/ph			
0,10	40,5	32,5	27,5	25
0,13	35,5	28,5	24	22
0,16	32	26	21,5	19,7
0,20	28,5	23	19,3	17,8
0,26	25	20,5	17	15,5
0,32	22,5	18,2	15,3	14
0,42	19,8	16	13,4	12,5
0,52	17,7	14,3	12	10,9

Tốc độ cắt tinh (Ra 2,5) trên phôi đã qua gia công tạo rãng	
Lượng chạy dao vòng S, mm/h. t. kép	Cắt môđun m, ≤ 8 mm
0,16	43,5
0,20	39
0,26	34,2
0,32	30,7

Chu kỳ bền (danh nghĩa) của dao xọc rãng			
Cắt môđun m, mm tới		5	8
Chu kỳ bền T, ph	Gia công thô	300	400
	Gia công tinh	240	

Hệ số điều chỉnh trong công thức tính tốc độ cắt									
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công									
Mác thép	35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 18XΓT 12XH3 20X	30XΓT	18XHBA 38XMIOA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép	156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	1,1	1	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8		0,7

(tiếp bảng 5-196)

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào góc nghiêng của răng							
Góc nghiêng của răng β^o				0	15	30	45
Hệ số điều chỉnh				1,0	0,9	0,85	0,7
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của dao							
Tỷ số giữa chu kỳ bền thực tế và chu kỳ bền danh nghĩa : $T_Ф/T_H$		0,25	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0
Hệ số điều chỉnh	Gia công thô	1,3	1,1	1,0	0,9	0,85	0,8
	Gia công tinh	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7

Bảng 5-197. *Tốc độ cắt V khi gia công gang - cắt thô và cắt tinh (R_a2,5) từ phôi chưa gia công tạo rãnh răng.*

Tốc độ cắt thô trên phôi				
Lượng chạy dao vòng S, mm/hành trình kép	Cắt môđun m, mm tới			
	2	4	6	8
	Tốc độ cắt V, m/ph			
0,13	26	23,4	21	20
0,20	23,5	21	18,5	18
0,32	21	18,6	16,5	15,7
0,52	18,5	16,5	14,5	14

Tốc độ cắt tinh (Ra 2,5) trên phôi đã qua gia công tạo răng	
Lượng chạy dao vòng S, mm/hành trình kép	Cắt môđun m, tới 8 mm
0,16	54,5
0,20	48,5
0,26	42,5
0,32	38,5
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào điều kiện gia công cho trong bảng 5- 192.	

d) Gia công bánh răng trụ bằng dao cà răng dạng đĩa.

Bảng 5-198. *Chế độ cắt.*

Lượng chạy daoS						
Cấp chính xác của bánh răng	Độ nhám bề mặt	Số răng trên bánh răng gia công				$S_{tаф}$, mm/h. t. kép
		17	25	40	100	
		Lượng chạy dao dọc của bàn sau một vòng quay So, mm				
6	R_a0,63	0,15 - 0,20	0,20-0,25	0,25-0,30	0,35-0,40	0,02-0,025
	R_a1,25	0,20-0,25	0,25-0,30	0,35-0,40	0,5-0,6	
7	R_a0,63	0,20-0,25	0,25-0,30	0,35-0,40	0,5-0,6	0,04-0,05
	R_a1,25	0,20-0,25	0,25-0,30	0,35-0,40	0,5-0,6	

Tốc độ vòng của dao cà theo đường kính vòng cơ sở Vo, m/ph						
Nhóm và mác của vật liệu	Thép cacbon				Thép hợp kim	Gang xám
	15,20 25	30,35	40,45,50		20X,35X,40X,18ГТ,30ХГТ 12ХН4А,20ХНМ,12ХН3, 18ХНВА,36ХНЮА,5ХНМ 6ХНМ,0ХН3М	-
HB ≤	170	196	217	285	229	210
Tốc độ vòng Vo, m/ph	150	140	130	80	105	110

e) Gia công bánh răng côn răng thẳng bằng dao bào răng.

Bảng 5-199. *Chế độ cắt khi gia công thép.*

Gia công thép cắt thô						
Z : Z_1	V, m/ph	h	l	Cắt môđun m, mm tới		
				1,5	2,0	2,5
				$T_{cơ}$, s		
Bánh răng nhỏ						
≤ 2 : 1	28	767	5	2,9	3,7	4,5
		767	10	6,0	8,0	9,5
		767	13	8,0	9,5	11,0
		639	16	11,0	14,0	14,0
		639	19	14,0	14,0	17,0
		508	22	14,0	17,0	21,0
Bánh răng to						
≥ 2 : 1	28	767	5	3,7	4,5	5,5
		767	10	8,0	9,5	11
		767	13	9,5	11,0	14
		639	16	14,0	14,0	17
		639	19	17,0	17,0	21
		508	22	17,0	21,0	25
Cắt tinh (Rz20)						
Bánh răng nhỏ						
≤ 2 : 1	36	767	5	3,7	4,5	4,5
		767	10	3,7	4,5	4,5
		767	13	3,7	4,5	4,5
		767	16	5,5	5,5	6,0
		767	19	5,5	5,5	6,0
		639	22	6,0	6,0	8,0
Bánh răng to						
≥ 2 : 1	36	767	5	4,5	5,5	5,5
		767	10	4,5	5,5	5,5
		767	13	4,5	5,5	5,5
		767	16	6,0	6,0	8,0
		767	19	6,0	6,0	8,0
		639	22	8,0	8,0	9,5

Khi cắt bánh răng có độ nhám bề mặt Ra2,5 thì thời gian cơ bản (chính) để cắt xong một răng tăng lên 20%.

Z - số răng của bánh răng lớn; Z_1 - số răng của bánh răng nhỏ; h - số hành trình kép trong một phút, phút; l - chiều dài răng, mm; $T_{cơ}$ - thời gian cơ bản để cắt một răng, s.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công										
Mác thép		35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 18XHT 12XH3 20X	30XHT	18XHBA 38XMHA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép		156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 207	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	Cho tốc độ cắt V	1,1	1	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8		0,7
	C $T_{cơ}$	0,9	1,0	1,4	1,2	1,0	1,1	1,2	1,4	-

Bảng 5-200. *Chế độ cắt khi gia công gang xám.*

Cắt thô									
Z : Z_1	V, m/ph	h	l	Cắt môđun m, mm tới					
				≤ 1,5	2	2,5	2,75	3	3,5
				T_{CB}, s					
Bánh răng nhỏ									
≤ 2 : 1	18 - 20	442	12	7,6	7,6	9,3	11,2	-	-
		391	20	7,6	9,3	11,2	13,3	13,3	16,0
		309	25	7,6	11,2	13,3	13,3	16,0	19,7
		276	30	9,3	13,3	13,3	16,0	19,7	23,7
		247	40	-	13,3	16,0	19,7	23,7	23,7
		198	50	-	-	-	-	23,7	27,4
		158	60	-	-	-	-	27,4	27,4
		125	80	-	-	-	-	-	32,9
Bánh răng to									
> 2 : 1	18 - 20	442	12	9,3	9,3	11,2	13,3	-	-
		391	20	9,3	11,2	13,3	16,0	16,0	19,7
		309	25	9,3	13,3	16,0	16,0	19,7	23,7
		276	30	11,2	16,0	16,0	19,7	23,7	27,4
		247	40	-	16,0	19,7	23,7	27,4	27,4
		198	50	-	-	-	-	27,4	32,9
		158	60	-	-	-	-	32,9	32,9
		125	80	-	-	-	-	-	32,9

Cắt tinh (Rz20)														
$\frac{Z}{Z_1}$	V, m/ph	h	l	Cắt môđun m, mm tới										
				1,5	2	2,5	2,75	3	3,5	4	5	6	7	8
				T_{CB}, s										
Bánh răng nhỏ														
≤ 2 : 1	20-24	442	12	7,6	7,6	7,6	7,6	11,2	11,2	-	-	-	-	-
		442	20	7,6	7,6	7,6	9,3	11,2	13,3	16,0	-	-	-	-
		347	25	7,6	7,6	9,3	11,2	13,3	16,0	16,0	19,7	23,7	-	-
		309	30	7,6	9,3	11,2	13,3	16	19,7	19,7	23,7	27,4	27,4	32,9
		277	40	-	11,2	13,3	16	16	23,7	23,7	27,4	27,4	32,9	39,2
		221	50	-	-	-	-	19,7	23,7	23,7	27,4	32,9	39,2	45,0
		177	60	-	-	-	-	23,7	23,7	27,4	32,9	39,2	45,0	53,6
		141	80	-	-	-	-	-	27,4	32,9	39,2	45,0	60,5	60,5
Bánh răng to														
> 2 : 1	20-24	442	12	9,3	9,3	9,3	9,3	13,3	13,3	-	-	-	-	-
		442	20	9,3	9,3	9,3	11,2	13,3	16,0	19,7	-	-	-	-
		347	25	9,3	9,3	11,2	13,3	16,0	19,7	19,7	23,7	27,4	-	-
		309	30	9,3	11,2	13,3	16,0	19,7	23,7	23,7	27,4	32,9	32,9	39,2
		277	40	-	13,3	16,0	19,7	19,7	27,4	27,4	32,9	32,9	39,2	45,0
		221	50	-	-	-	-	23,7	27,4	27,4	32,9	39,2	45,0	53,6
		177	60	-	-	-	-	27,4	27,4	32,9	39,2	45,0	53,6	60,5
		141	80	-		-	-	-	32,9	39,2	45,0	53,6	60,5	76,0

Khi cắt bánh răng có độ nhám bề mặt Ra 2,5 thì thời gian cơ bản T_{CB} để cắt xong một răng tăng lên 20%.

Z - số răng của bánh răng to; Z_1 - số răng của bánh răng nhỏ; h - số hành trình kép trong một phút, phút; l - chiều dài răng, mm; V- vận tốc cắt, m/ph; T_{CB} - thời gian cơ bản để cắt một răng, s.

g) Gia công bánh răng côn răng cong bằng đầu cắt răng.

Bảng 5-201. *Chế độ cắt.*

Đặc điểm gia công	Dụng cụ cắt	$Z : Z_1$	V m/ph	Cắt môđun m ,mm tới 2	3	4	5	6	7	8	10
				T_{CB},s							
Cắt thô											
Bánh răng											
Không bao hình	Đầu cắt thô hai hướng	-	30 - 40	-	16,3	18,9	18,9	21,8	29,6	33,8	38,6
Có bao hình	Đầu cắt thô hai hướng	≤ 2:1	35 - 45	-	18,9	21,8	24,6	29,6	33,8	55,1	66,2
		> 2:1			18,9	21,8	29,6	33,8	46,4	66,2	81,0
Bánh răng nhỏ											
Có bao hình	Đầu cắt thô hai hướng	-	35 - 45	-	21,8	29,6	38,6	46,4	66,2	110	132,4
Cắt tinh (Rz 20 ÷ Rz 10)											
Bánh răng											
Có bao hình	Đầu cắt thô hai hướng	-	50 - 55	18,9	16,3	18,9	24,6	33,8	33,8	38,6	46,4
	Đầu cắt thô một hướng			18,9	16,3	18,9	21,8	29,6	33,8	33,8	46,4
Bánh răng nhỏ											
Có bao hình	Đầu cắt thô một hướng	≤ 2:1	50 - 55	21,8	18,9	21,8	24,6	33,8	33,8	46,4	46,4
		> 2:1		21,8	18,9	24,6	29,6	38,6	38,6	46,4	46,4

1- Chế độ cắt cho trong bảng để gia công các bánh răng nhỏ có số răng $Z_1 < 10$; khi $Z_1 > 10$ thì thời gian cơ bản T_{CB} để gia công một răng giảm đi 10%.

2- Để gia công các bánh răng bị dẫn, chế độ cắt cho trong bảng dùng cho đầu cắt hai phía; khi gia công bằng đầu cắt ba phía (hướng), tốc độ cắt V tăng lên 20%, thời gian gia công cơ bản T_{CB} một răng giảm đi 20%.

3- Tốc độ cắt V thấp được dùng cho loại đầu cắt răng 6", tốc độ cắt lớn dùng cho đầu cắt 9"và 12".

4- Chế độ cắt cho trong bảng dùng để gia công bánh răng có chiều dài răng l = (5 ÷ 8)m.

Hệ số điều chỉnh cho chế độ cắt V và thời gian cơ bản T_{CB} phụ thuộc vào vật liệu gia công

Mác thép		35	45		50	35X 40X	12XH4A 20XHM 12XΓT 12XH3 20X	30XΓT	18XHBA 38XMIOA 5XHM 6XHM 0XH3M	
HB của thép		156 - 187	170 - 207	≤ 241	170 - 229	156 - 207	156 - 229	156 - 207	156 - 229	229 - 285
Hệ số điều chỉnh	Cho V	1,1	1	0,8	0,9	1,0	0,9	0,8		0,6
	Cho T_{CB}	0,9	1,0	1,4	1,2	1,0	1,2	1,3	1,5	-

h) Gia công trên máy vê đầu răng bằng dao vê đầu răng.

Bảng 5-202. *Chế độ cắt.*

Môđun (m)	Số lần chuyển dao	S_D mm/răng	V m/ph	Số vòng quay của dao	T_{CB}, s
3	1	0,08 - 0,1	17,7	1500	1,5
4	2	0,08 - 0,1	23,5	1500	2,5
5	3	0,08 - 0,1	29,2	1500	4,0
6	4	0,08 - 0,12	35	1500	4,5
7	5	0,08 - 0,12	27,4	1000	5,0
8	6	0,08 - 0,12	31,4	1000	6,0

9. Mài.

a) Mài tròn ngoài thô (không yêu cầu độ chính xác và độ nhám).

Bảng 5-203. *Số vòng quay của chi tiết n_{ct} và lượng chạy dao ngang S_{ct} khi gia công mặt trụ.*

D,mm	16-20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
n_{ct}, vòng/ph	190 - 380	155 - 310	125 - 250	105 - 210	85 - 170	70 - 140	60 - 120	45 - 90	40 - 80	30 - 60
S_{ct},mm/ph	3,0	2,56	2,18	1,84	1,58	1,35	1,15	0,99	0,84	0,72

D- đường kính đá mài, mm; n_{ct}- số vòng quay của chi tiết , vòng/ph;

S_{ct}- lương chạy dao ngang, mm/ph.

Hệ số điều chỉnh cho lương chạy dao ngang.

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào đường kính đá mài và vật liệu chi tiết gia công

Vật liệu gia công	Đường kính đá mài , mm			
	500	600	750	900
	Hệ số điều chỉnh			
Thep bền chịu nhiệt	0,7	0,78	0,85	0,95
Thép đã qua tôi	0,78	0,87	0,95	1,06
Thép khong qua tôi	0,82	0,91	1,0	1,12
Gang	0,86	0,96	1,05	1,17

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của đá mài.

Chu kỳ bền của đá mài T, ph	6	9	15	24
Hệ số điều chỉnh	1,54	1,3	1,0	0,8

b) Mài tròn ngoài tinh và bán tinh.

Bảng 5-204. *Số vòng quay của chi tiết n_{ct} và lượng chạy dao ngang S_{ct}.*

Đường kính mài D mm	n_{ct}, vòng/ph		Chiều dầy đá mài, mm tới							
	Thép không tôi ; gang	Thép có tôi	32	40	50	63	80	100	125	160
			Lương chạy dao ngang S_{ct}, mm/ph							
20	245-530	390-530	3,08	2,68	2,33	2,02	1,76	1,53	1,33	1,16
25	200-460	340-460	2,73	2,38	2,07	1,81	1,56	1,36	1,18	1,03
32	165-400	280-400	2,43	2,11	1,84	1,6	1,38	1,21	1,05	0,92
40	135-350	230-350	2,16	1,88	1,64	1,42	1,23	1,07	0,94	0,82
50	110-300	190-300	1,92	1,67	1,45	1,26	1,09	0,96	0,83	0,72
63	90-260	155-260	1,7	1,48	1,29	1,12	0,97	0,85	0,74	0,64
80	75-220	125-220	1,51	1,32	1,15	1,0	0,86	0,75	0,66	0,57
100	60-190	105-190	1,34	1,17	1,02	0,89	0,77	0,67	0,58	0,51
125	50-165	85-165	1,19	1,04	0,91	0,79	0,68	0,6	0,52	0,45
160	40-145	75-145	1,06	0,93	0,81	0,7	0,61	0,53	0,46	0,4

Hệ số điều chỉnh cho lương chạy dao ngang

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào đường kính đá mài và vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Đường kính đá mài D, mm			
	500	600	750	900
	Hệ số điều chỉnh			
Thép đã qua tôi	0,8	0,9	1,0	1,1
Thép không qua tôi	0,95	1,1	1,2	1,3
Gang	1,3	1,45	1,6	1,75

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào lương dư và độ chính xác gia công

Cấp chính xác	Lương dư theo đường kính, mm					
	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
	Hệ số điều chỉnh					
1	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
2	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
2a	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0
3	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5

Bảng 5-205. *Công suất cắt yêu cầu N.*

D mm	Chiều dài mài, mm tới														
28	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-
37	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-
47	-	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-
60	-	-	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-
76	-	-	-	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-
97	-	-	-	-	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-	-
122	-	-	-	-	-	-	32	40	50	63	80	100	125	160	-
156	-	-	-	-	-	-	-	32	40	50	63	80	100	125	16
S, mm/ph	Công suất cắt N, kW														
0,26	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,3	8,0	10
0.36	-	-	-	-	-	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,
0.5	-	-	-	-	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,2	6,3	8,0	10	12,5	16,
0,7	-	-	-	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,
0.97	-	-	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-
1,34	-	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-
1,87	-	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-	-
2,6	2,0	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-	-	-
3,6	2,5	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-	-	-	-
5,0	3,2	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-
7,0	4,0	5,0	6,3	8,0	10	12,5	16,0	20,0	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công suất cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Thép đã qua tôi	Thép không tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	1,1	1,0	0,9

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của đá

Độ cứng của đá	CM1-CM2	C1-C2	CT1-CT2
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,16	1,36

D- đường kính đá mài, mm; S- lượng chạy dao ngang, mm/phút.

c) Mài tròn trong thô (không yêu cầu chính xác và độ nhám).

Bảng 5-206. *Số vòng quay của chi tiết n_{ct} và lượng chạy dao ngang S_{ct}.*

D, mm	10-25	40	63	100	160	250	400		
n_{ct}, m/ph	10-20	13-26	16-32	18-36	22-44	27-54	33-66		
S	Tốc độ quay của chi tiết n_{ct}, m/ph								
0,5	10-12,5	16	20	25	32	40	50	63	-	-
0,63	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	63	-
0,8	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	63
D, mm	Lượng chạy dao ngang sau một hành trình kép của bàn, mm									
16	0,008	0,0063	0,005	0,004	0,0032	0,0025	0,002	0,0016	0,0012	-
20	0,010	0,008	0,0063	0,005	0,004	0,0032	0,0025	0,002	0,0016	0,0012
25	0,012	0,010	0,008	0,0063	0,005	0,004	0,0032	0,0025	0,002	0,0016
32	0,016	0,012	0,010	0,008	0,0063	0,005	0,004	0,0032	0,0025	0,002
40	0,020	0,016	0,012	0,010	0,0063	0,008	0,005	0,004	0,0032	0,0025
50	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,0063	0,005	0,004	0,0032
63	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,0063	0,005	0,004
80	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,0063	0,005
100	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008	0,0063
125	-	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010	0,008
160	-	-	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012	0,010
200	-	-	-	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016	0,012
250	-	-	-	-	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020	0,016
320	-	-	-	-	-	0,050	0,040	0,032	0,025	0,020

S- Lương chay dao doc lấy theo phần chiều dầy đá sau một vòng quay của chi tiết; D- đường kính mài.
Khi chay dao ngang, các giá trị trong bảng được chia 2 cho mỗi hành trình của bàn.

Hệ số điều chỉnh cho lương chay dao ngang

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Tốc độ quay của đá $V_đ$, m/giây		
	18 - 22	28	35
	Hệ số điều chỉnh		
Thép đã qua tôi	0,76	0,85	0,95
Thép không qua tôi	0,8	0,9	1,0
Gang	0,83	0,94	1,05

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tỷ số giữa đường kính đá và đường kính lỗ $D_đ : D_l$

Tỷ số giữa đường kính đá và đường kính lỗ	< 0,4	< 0,7	≥ 0,7
Hệ số điều chỉnh	0,63	0,8	1,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của đá T, ph

Chu kỳ bền của đá T, ph	1,6	2,5	4,0	6,3	10,0
Hệ số điều chỉnh	1,25	1,0	0,8	0,63	0,5

d) Mài trong tinh và bán tinh.

Bảng 5-207. *Số vòng quay của chi tiết n_{ct} và lượng chạy dao.*

Đường kính mài D, mm		12,6 - 25	40	63	100	160	250	400
n_{ct}, m/ph	Thép không tôi và gang	13-34	17-44	20-52	24-62	28-74	33-88	59-100
	Thép đã tôi	23-34	29-44	35-52	42-62	51-74	60-88	70-110
Lương chay dao doc								
Độ nhám bề mặt			Ra1,25				Ra0,63	
Lương chạy dao dọc theo chiều dầy đá			0,5 - 0,75				0,25 - 0,5	

(tiếp bảng 5-207)

	Lương chạy dao ngang												
n_{CT}m/ph	Lương chạy dao dọc theo vòng quay của chi tiết												
16-20	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-	-
25	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-	-
32	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-	-
40	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-	-
50	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-	-
63	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50	-
80	-	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40	50
100	-	-	-	-	-	-	-	10-12,5	16	20	25	32	40
d, mm	Lương chạy dao ngang sau một hành trình kép của bàn, mm												
6,3	0,0023	0,0018	0,0014	0,0011	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8,0	0,0031	0,0024	0,0019	0,0015	0,0012	-	-	-	-	-	-	-	-
10,0	0,0042	0,0033	0,0026	0,00021	0,0016	0,0013	0,001	-	-	-	-	-	-
12,5	0,0058	0,0045	0,0035	0,0028	0,0022	0,0018	0,0014	0,0011	-	-	-	-	-
16	0,0078	0,0061	0,0048	0,0038	0,0030	0,0024	0,0019	0,0015	0,0012	-	-	-	-
20	0,0094	0,0074	0,0058	0,0046	0,0037	0,0029	0,0023	0,0018	0,0014	0,0012	-	-	-
25	0,011	0,0087	0,0068	0,0054	0,0042	0,0034	0,0027	0,0021	0,0017	0,0013	0,0011	-	-
32	0,013	0,010	0,0082	0,0065	0,0053	0,0042	0,0033	0,0026	0,0020	0,0016	0,0013	0,001	-
40	0,017	0,013	0,010	0,0082	0,0065	0,0051	0,0040	0,0032	0,0025	0,0020	0,0016	0,0012	0,001
50	0,020	0,016	0,013	0,010	0,0079	0,0062	0,0049	0,0039	0,0031	0,0025	0,0019	0,0015	0,0012
63	0,025	0,020	0,016	0,012	0,0097	0,0076	0,0060	0,0048	0,0038	0,0030	0,0023	0,0019	0,0015
80	-	0,024	0,019	0,015	0,0012	0,0094	0,0074	0,0058	0,0046	0,0036	0,0028	0,0022	0,0017
100	-	-	0,023	0,018	0,014	0,0011	0,0090	0,0071	0,0056	0,0044	0,0035	0,0028	0,0022
125	-	-	-	0,022	0,018	0,0014	0,011	0,0087	0,0086	0,0054	0,0042	0,0034	0,0027
160	-	-	-	-	0,022	0,0017	0,014	0,011	0,0086	0,0068	0,0054	0,0042	0,0034
200	-	-	-	-	-	0,021	0,017	0,013	0,010	0,0084	0,0066	0,0052	0,0041
250	-	-	-	-	-	-	0,021	0,016	0,013	0,010	0,0088	0,0069	0,0051
320	-	-	-	-	-	-	0,026	0,018	0,016	0,011	0,010	0,0084	0,0066

n_{ct} - Tốc độ quay chi tiết, m/phut.
d - Đường kính đá mà, mm.

(tiếp bảng 5-207)

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao ngang				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và hình dạng bề mặt				
Vật liệu gia công	Hình dáng bề mặt			
	Không có góc lượn		Có góc lượn	
	Hệ số điều chỉnh			
Thép đã tôi	1,0		0,75	
Thép không tôi	1,2		0,9	
Gang	1,6		1,2	
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào tỷ số giữa chiều dài gia công l và đường kính lỗ d, mm				
l : d	≤ 1,2	≤ 1,6	≤ 2,5	≤ 4
Hệ số điều chỉnh	1,0	0,87	0,76	0,67
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào lượng dư và cấp chính xác gia công				
Cấp chính xác gia công	Lượng dư theo đường kính, mm			
	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
	Hệ số điều chỉnh				
Cấp 1	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
Cấp 2	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
Cấp 2a	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0
Cấp 3	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5

Bảng 5-208. *Công suất cắt yêu cầu N khi mài.*

n_{ct} m/ph	Lượng chạy dao dọc theo vòng quay của chi tiết, mm										
16-22	10	14	19	27	38	53	-	-	-	-	-
≤ 31	-	10	14	19	27	38	53	-	-	-	-
≤ 43	-	-	10	14	19	27	38	53	-	-	-
≤ 60	-	-	-	10	14	19	27	38	53	-	-
≤ 83	-	-	-	-	10	14	19	27	38	53	-
≤115	-	-	-	-	-	10	14	19	27	38	53
S,mm	Công suất cắt N, Kw										
0,0014	-	-	-	-	-	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2
0,0020	-	-	-	-	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1
0,0028	-	-	-	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2
0,0039	-	-	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5
0,0054	-	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-
0,0075	1,0	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-
0,0104	1,3	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-	-
0,0145	1,6	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-	-	-
0,0200	2,0	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-	-	-	-
0,0280	2,6	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-	-	-	-	-
0,0390	3,2	4,1	5,2	6,5	-	-	-	-	-	-	-
0,0540	4,1	5,2	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-

n_{ct} - tốc độ quay của chi tiết, m/ph; S - lượng chạy dao ngang theo hành trình kép của bàn, mm.

Hệ số điều chỉnh cho công suất cắt							
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào đường kính lỗ d, mm							
d, mm	< 10-16	≤ 25	≤ 40	≤ 63	≤ 100	≤ 160	≤ 250
Hệ số điều chỉnh	0,71	0,8	0,89	1,0	1,12	1,25	1,40

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng và chiều dầy đá			
Độ cứng của đá	Chiều dầy đá, mm		
	25 - 32	40 - 50	63 - 80
	Hệ số điều chỉnh		
M2 - M3	0,8	0,9	1,0
CM1 - CM2	0,9	1,0	1,12
C1 - C2	1,04	1,16	1,3

e) Mài vô tâm thô, chạy dao dọc.

Bảng 5-209. *Lượng chạy dao dọc theo phút S_M, m/ph.*

Lượng dư theo đường kính, mm	Đường kính mài D, mm									
	5-7	10	15	20	30	40	60	85	120	165
	Lượng chạy dao dọc S_M, m/ph									
0,08 — 0,1	-	-	-	-	-	3670	2890	2280	1810	1430
0,125	-	-	-	-	3670	2890	2280	1810	1430	1120
0,16	-	-	-	3670	2890	2280	1810	1430	1120	890
0,2	-	-	3670	2890	2280	1810	1430	1120	890	710
0,25	-	3670	2890	2280	1810	1430	1120	890	710	-
0,32	3670	2890	2280	1810	1430	1120	890	710	-	-
0,4	2890	2280	1810	1430	1120	890	710	-	-	-
0,5	2280	1810	1430	1120	890	710	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao, phút			
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và chiều rộng đá			
Vật liệu gia công	Chiều rộng đá, mm		
	150	250	400
	Hệ số điều chỉnh		
Thép đã tôi	0,8	1,25	2,0
Thép không tôi	1,0	1,6	2,5
Gang	1,25	2,0	3,2

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của đá				
Chu kỳ bền của đá T, ph	9	15	25	40
Hệ số điều chỉnh	1,25	1,0	0,8	0,63

g) Mài vô tâm tinh và bán tinh chạy dao dọc.

Bảng 5-210. *Chế độ mài.*

D, mm		5 — 7			10			15		
A	h,mm	i	S_M	2t	i	S_M	2t	i	S_M	2t
1	150	2	1750	0,15-0,4	2	1500	0,15-0,4	2	1250	0,15-0,4
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	150	2	2150	0,15-0,4	2	1850	0,15-0,4	2	1550	0,15-0,4
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2a	150	1	1350	0,15-0,4	1	1150	0,15-0,4	2	1950	0,12-0,32
	250	-	-	-	-		-	-	-	
	400	-	-	-	-		-	-	-	
3	150	1	1700	0,15-0,4	1	1450	0,15-0,4	1	1200	0,15-0,4
	250	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-

D, mm		20			30			40		
A	h,mm	i	S_M	2t	i	S_M	2t	i	S_M	2t
1	150	2	1550	0,15-0,4	3	1300	0,10-0,25	3	1100	0,10-0,29
	250	2	1650	0,19-0,51	2	1400	0,16-0,4	2	1150	0,16-0,47
	400	-	-	-	1	1100	0,3-0,8	2	1350	0,15-0,45
2	150	2	1300	0,12-0,32	3	1600	0,10-0,25	3	1350	0,08-0,23
	250	1	1050	0,25-0,64	2	1900	0,24-0,64	2	1450	0,13-0,37
	400	1	1650	0,3-0,8	1	1350	0,25-0,64	1	-1150	0,25-0,73
2a	150	2	1650	0,12-0,32	2	1350	0,10-0,25	2	1100	0,10-0,29
	250	1	1300	0,19-0,51	1	1075	0,19-0,51	2	1800	0,10-0,29
	400	-	-	-	-	-	-	1	1400	0,20-0,57
3	150	1	1000	0,15-0,4	1	1700	0,08-0,20	2	1400	0,08-0,23
	250	1	1650	0,19-0,51	1	1350	0,16-0,4	1	1150	0,16-0,47
	400	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(tiếp bảng 5-210).

D, mm		60			85			120		
A	h,mm	i	S_M	2t	i	S_M	2t	i	S_M	2t
1	150	4	1200	0,08-0,23	4	1000	0,06-0,18	5	1100	0,05-0,14
	250	2	950	0,16-0,47	2	800	0,13-0,37	3	1050	0,08-0,12
	400	2	1550	0,15-0,45	2	1300	0,13-0,35	2	1100	0,13-0,35
2	150	4	1500	0,06-0,18	4	1100	0,06-0,18	5	1350	0,04-0,10
	250	2	1200	0,13-0,37	2	1000	0,10-0,29	3	1300	0,06-0,18
	400	1	970	0,25-0,73	2	1650	0,13-0,35	2	1400	0,10-0,27
2a	150	3	1400	0,06-0,18	3	1200	0,06-0,18	4	1350	0,04-0,10
	250	2	1500	0,10-0,29	2	1300	0,08-0,22	3	1650	0,06-0,18
	400	1	1200	0,20-0,57	1	1000	0,15-0,45	2	1700	0,08-0,20
3	150	2	1200	0,08-0,28	2	1000	0,06-0,18	3	1300	0,04-0,10
	250	2	1900	0,08-0,22	2	1600	0,08-0,22	2	1350	0,06-0,18
	400	1	1550	0,35-0,47	1	1300	0,13-0,35	1	1100	0,13-0,35

D, mm		165		
A,mm	h,mm	i	S_M	2t
1	150	5	900	0,06-0,14
	250	3	850	0,10-0,29
	400	2	900	0,15-0,45
2	150	5	1100	0,04-0,11
	250	3	1100	0,06-0,18
	400	2	1150	0,10-0,27
2a	150	4	1100	0,04-0,11
	250	3	1350	0,05-0,14
	400	2	1450	0,08-0,23
3	150	3	1050	0,04-0,11
	250	2	1150	0,06-0,18
	400	2	1800	0,08-0,23

i - số lần chuyển dao.
S_M - lượng chạy dao dọc theo phút, mm/ph.
2t - chiều sâu cần mài đi, mm.
A - cấp chính xác.
h - chiều rộng đá mài, mm.
D - đường kính đá mài, mm.

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao dọc phụ thuộc vào vật liệu gia công và tỷ số giữa chiều dầy miếng đỡ (cầu mài vô tâm) b và đường kính chi tiết gia công D_{ct} : (b /D_{ct}).

Vật liệu gia công	Tỷ số giữa chiều dầy miếng đỡ b và đường kính chi tiết gia công D_{ct} : b/ D_{ct}			
	> 0,16	0,13 ÷ 0,16	0,10 ÷ 0,12	0,08 ÷ 0,09
	Hệ số điều chỉnh			
Thép đã tôi	1,0	0,8	0,63	0,5
Thép không tôi	1,25	1,0	0,8	0,63
Gang	1,6	1,25	1,0	0,8

Tốc độ quay của chi tiết, n_{ct},m/ph.

S_M, mm/ph	Góc nghiêng của đá dẫn α^0							
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	5,0	6,0
	n_{ct}, m/ph							
800	27,1	20,0	16,2	13,6	-	-	-	-
1000	33,9	25,5	20,0	17,0	14,6	-	-	-
1250	43,0	32,0	25,8	21,4	18,4	16,1	-	-
1600	54,0	40,5	32,2	27,0	23,2	20,2	16,2	13,5
2000	71,0	51,5	41,0	34,4	29,4	25,8	20,2	17,1
2500	-	71,5	51,5	42,0	36,8	32	25,8	23,4
3200	-	-	73,5	54,0	46,4	40,5	32,0	27,0

1- Khi mài tinh và bán tinh ta lấy: cấp chính xác 1 thì $\alpha = 1,5 \div 2^0$; cấp chính xác 2 thì $\alpha = 2 \div 2,5^0$; cấp chính xác 3 thì $\alpha = 2,5 \div 3^0$.
2- Khi mài thô thì $\alpha = 3 \div 4^0$.
3- Khi gia công phá các thanh thì $\alpha = 3,5 \div 7^0$.

Bảng 5-211. *Công suất cắt yêu cầu N, kW.*

S_M mm	Đường kính chi tiết mài D_{CT}, mm													
	6,3-8	10	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
	Công suất cắt N, kW													
800	-	-	-	-	-	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5
1000	-	-	-	-	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5
1250	-	-	-	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5
1600	-	-	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5	33,5
2000	-	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5	33,5	39,0
2500	-	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5	33,5	39,0	-
3200	6,9	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5	33,5	39,0	-	-
4000	8,1	9,5	11,1	13,0	15,9	17,8	20,5	24,5	28,5	33,5	39,0	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công suất cắt phụ thuộc vào: chiều sâu cần mài 2t; chiều rộng h và độ cứng của đá

2t mm	Chiều rộng đá mài h ,mm											
	150				250				400			
	Độ cứng đá mài											
	CM1 - CM2	C1 - C2	CT1 - CT2	CT3 - T1	CM1 - CM2	C1 - C2	CT1 - CT2	CT3 - T1	CM1 - CM2	C1 - C2	CT1 - CT2	CT3 - T1
	Hệ số điều chỉnh											
0,08	0,62	0,73	0,85	1,0	0,7	0,82	0,96	1,12	0,78	0,91	1,07	1,25
0,10	0,73	0,85	1,0	1,16	0,82	0,96	1,12	1,30	0,91	1,07	1,25	1,45
0,125	0,85	1,0	1,16	1,36	0,96	1,12	1,30	1,52	1,07	1,25	1,45	1,70
0,16	1,0	1,16	1,36	1,38	1,12	1,30	1,52	1,77	1,25	1,45	1,70	1,97
0,20	1,17	1,36	1,58	1,85	1,30	1,52	1,77	2,07	1,45	1,70	1,97	2,30
0,25	1,36	1,58	1,85	2,16	1,52	1,77	2,07	2,42	1,70	1,97	2,30	2,70
0,32	1,58	1,85	2,16	2,54	1,77	2,07	2,42	2,83	1,97	2,30	2,70	3,15

h) Mài vô tâm thô chạy dao ngang (hướng kính).

Bảng 5-212. *Tốc độ quay của chi tiết và lượng chạy dao ngang theo phút.*

D, mm	6,3	8,0	10	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125	160
V_{ct}, m/ph	10 - 20	11 - 22	11,5 - 23	12 - 24	12,5 - 25	13 - 26	14 - 28	14,5 - 29	15 - 30	16 - 32	16,5 - 33	17,5 - 35	18 - 36	19 - 38	20 - 40
S_{ng}, mm/ph	6,1	5,2	4,4	3,7	3,18	2,7	2,2	1,9	1,6	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao ngang

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đá

Vật liệu gia công	Đường kính đá mài D, mm		
	500	600	750
Thép đã tôi	0,87	0,95	1,06
Thép không tôi	0,91	1,0	1,12
Gang	0,96	1,05	1,17

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào chu kỳ bền của đá mài

Chu kỳ bền của đá mài T ,ph	6	9	15	24
Hệ số điều chỉnh	1,55	1,3	1,0	0,79

D - đường kính mài, mm.
V_{ct} - tốc độ quay chi tiết, m/phút.
S_{ng} - lượng chạy dao ngang, mm/phút.

i) Mài vô tâm tinh và bán tinh chạy dao ngang (hướng kính).

Bảng 5-213. *Tốc độ quay của chi tiết V_{ct} à lượng chạy dao ngang theo phút S_{nK}*

Đường kính mài mm	V_{ct}, m/ph		Chiều dài mài l, mm							
	Thép không tôi và gang	Thép đã qua tôi	25-32	40	50	63	80	100	125	160
			Lương chạy dao ngang S_{ng}, mm/ph							
6,3	12-19	17,5-19	6,38	5,56	4,8	4,2	3,67	3,17	2,76	2,43
8	12,5-21,5	18-21,5	5,67	4,94	4,3	3,74	3,26	2,8	2,45	2,16
10	13-23	19-23	5,03	4,38	3,8	3,33	2,89	2,5	2,18	1,92
12,5	13,5-25	20-25	4,47	3,9	3,4	2,96	2,57	2,22	1,94	1,7
16	14-27,5	21-27,5	3,97	3,46	3,0	2,62	2,28	1,97	1,72	1,51
20	14-30	22-30	3,53	3,08	2,7	2,33	2,0	1,75	1,53	1,34
25	14,5-32,5	23-32,5	3,14	2,73	2,4	2,07	1,8	1,56	1,36	1,19
32	15-36	24-36	2,79	2,43	2,1	1,84	1,6	1,38	1,2	1,06
40	15,5-39	25-39	2,48	2,16	1,88	1,64	1,42	1,23	1,07	0,94
50	16-41	26,5-41	2,2	1,9	1,67	1,45	1,26	1,09	0,96	0,84
63	16-46	27,5-46	1,96	1,7	1,48	1,29	1,12	0,97	0,85	0,74
80	16,5-50	29-50	1,74	1,5	1,32	1,15	1,0	0,86	0,75	0,66
100	17-54	30-54	1,54	1,34	1,17	1,02	0,89	0,77	0,67	0,59
125	17,5-60	31,5-60	1,37	1,19	1,04	0,91	0,79	0,68	0,6	0,52
160	18-65	33-65	1,22	1,06	0,93	0,81	0,7	0,6	0,53	0,46

Hệ số điều chỉnh cho lương chạy dao ngang

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào đường kính đá và vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Đường kính đá mài D, mm		
	500	600	750
	Hệ số điều chỉnh		
Thép đã tôi	0,9	1,0	1,1
Thép không tôi	1,1	1,2	1,3
Gang	1,45	1,6	1,75

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào lương dư và độ chính xác gia công

Cấp chính xác gia công	Lương dư theo đường kính, mm					
	0,15	0,2	0,3	0,5	0,7	1,0
	Hệ số điều chỉnh					
Cấp 1	0,4	0,5	0,63	0,80	1,0	1,25
Cấp 2	0,5	0,63	0,80	1,0	1,25	1,6
Cấp 2a	0,63	0,80	1,0	1,25	1,6	2,0
Cấp 3	0,80	1,0	1,25	1,6	2,0	2,5

Bảng 5-214. *Công suất cắt yêu cầu N khi mài.*

$D_{đ}$ mm	Chiều dài mài l ,mm																				
≤ 6,5	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 8	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 10	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 13	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 17	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-	-
" 22	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-	-
" 28	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-	-
" 37	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-	-
" 47	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-	-
" 60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-	-
" 76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-	-
" 97	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-	-
" 122	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160	-
" 156	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25-32	40	50	63	80	100	125	160
S_{ng} mm/ph	Công suất cắt N, Kw																				
0,26 ÷ 0,36	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8
≤ 0,6	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8
≤ 0,7	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-
≤ 0,97	-	-	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-
≤ 1,39	-	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-
≤ 1,87	-	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-	-
≤ 2,6	-	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-	-	-
≤ 3,6	-	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-	-	-	-
≤ 5,0	-	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-	-	-	-	-
≤ 7,0	1,4	1,8	2,2	2,8	3,6	4,6	5,8	7,3	9,3	11,7	14,8	18,8	23,8	-	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công suất

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công			
Vật liệu gia công	Thép đã tôi	Thép không tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	1,1	1,0	0,9

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng của đá mài				
Độ cứng của đá mài	CM1-CM2	C1-C2	CT1-CT2	CT3-CT1
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,16	1,36	1,58

$D_{đ}$ - đường kính mài, mm; S_{ng} - lượng chạy dao ngang, mm/phút.

k) Mài phẳng thô bằng chu vi đá trên máy mài bàn tròn.

Bảng 5-215. *Chạy dao ngang và chạy dao theo chiều sâu.*

Chạy dao ngang						
Đặc điểm gia công	Chiều dầy của đá mài, mm					
	32	40	50	63	80	100
	Lương chạy dao ngang theo vòng quay của bàn ,mm					
Mài thô	16 ÷ 24	20 ÷ 30	25 ÷ 38	32 ÷ 44	40 ÷ 60	50 ÷ 75

Chạy dao theo chiều sâu									
S_d	Tốc độ chuyển động của chi tiết, m/ph								
0,5	8	10	12,5	16	20	25	32	-	-
0,63	-	8	10	12,5	16	20	25	32	-
0,8	-	-	8	10	12,5	16	20	25	32
T, ph	Lương chạy dao theo chiều sâu sau một vòng quay của bàn., mm								
9	0,084	0,066	0,053	0,042	0,033	0,026	0,021	0,016	0,013
15	0,066	0,053	0,042	0,033	0,026	0,021	0,016	0,013	0,011
24	0,053	0,042	0,033	0,026	0,021	0,016	0,013	0,011	0,008
40	0,042	0,033	0,026	0,021	0,016	0,013	0,011	0,008	0,0065

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao theo chiều sâu				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đá mài				
Vật liệu gia công	Đường kính đá mài, mm			
	320	400	500	600
	Hệ số điều chỉnh			
Thép đã tôi	0,78	0,87	0,95	1,06
Thép không tôi	0,82	0,91	1,0	1,12
Gang	0,86	0,96	1,05	1,17

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào hệ số điền đầy bàn								
Hệ số điền đầy bàn	≤ 0,2	≤ 0,25	≤ 0,32	≤ 0,4	≤ 0,5	≤ 0,63	≤ 0,8	≤ 1,0
Hệ số điều chỉnh	1,6	1,4	1,25	1,12	1,0	0,9	0,8	0,71

S_d - lương chạy dao ngang tính theo chiều dầy của đá, mm.

T - chu kỳ bền, phút.

Hệ số điền đầy $k_{đđ}$ được xác định theo công thức

$$k_{đđ} = \frac{\Sigma F_đ}{B_đ . \pi D_{tb}} = \frac{B_{bm}}{B_đ}$$

Trong đó: $\Sigma F_đ$ - diện tích mài tổng cộng, mm^2.

D_{tb} - đường kính trung bình phần làm việc của bàn, mm.

B_{bm} _ chiều rộng được tiến hành mài, mm.

$B_đ$ - chiều rộng mài, mm

) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng chu vi đá trên máy mài phẳng bàn từ tròn.

Bảng 5-216. *Chạy dao ngang và chạy dao theo chiều sâu*

Chạy dao ngang						
Đặc điểm gia công	Chiều dầy của đá mài, mm					
	32	40	50	63	80	100
	Lương chạy dao ngang theo vòng quay của bàn ,mm					
Mài tinh và bán tinh	8 ÷ 16	10 ÷ 20	12 ÷ 25	16 ÷ 32	20 ÷ 40	25 ÷ 50

Lương chạy dao theo chiều sâu									
n_{ct}, m/ph	Lương chạy dao ngang theo vòng quay của bàn , mm								
	8	10	12,5	16	20	25	32	40	50
	Lương chạy dao theo chiều sâu theo vòng quay của bàn , mm								
8	0,164	0,13	0,102	0,082	0,065	0,051	0,041	0,033	0,025
10	0,13	0,102	0,082	0,065	0,051	0,041	0,033	0,025	0,02
12,5	0,102	0,082	0,065	0,051	0,041	0,033	0,025	0,02	0,016
16	0,082	0,065	0,051	0,041	0,033	0,025	0,02	0,016	0,012
20	0,065	0,051	0,041	0,033	0,025	0,02	0,016	0,012	0,010
25	0,051	0,041	0,033	0,025	0,02	0,016	0,012	0,010	0,008
32	0,041	0,033	0,025	0,02	0,016	0,012	0,010	0,008	0,006
40	0,033	0,025	0,02	0,016	0,012	0,010	0,008	0,006	0,005
50	0,025	0,02	0,016	0,012	0,010	0,008	0,006	0,005	0,004

Hệ số điều chỉnh cho lương chạy dao theo chiều sâu				
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đá mài				
Vật liệu gia công	Đường kính đá mài, mm			
	320	400	500	600
	Hệ số điều chỉnh			
Thép đã tôi	0,8	0,9	1,0	1,1
Thép không tôi	0,96	1,1	1,2	1,3
Gang	1,28	1,45	1,6	1,75

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ chính xác gia công						
Độ chính xác kích thước, mm	Lương dư gia công, mm					
	0,08	0,12	0,17	0,25	0,35	0,5
	Hệ số điều chỉnh					
0,02	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0
0,03	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
0,05	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
0,08	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào hệ số điền đầy bàn								
Hệ số điền đầy bàn	0,2	0,25	0,32	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0
Hệ số điều chỉnh	1,6	1,4	1,25	1,12	1,0	0,9	0,8	0,71

n_{ct} - tốc độ chuyển động của chi tiết, m/phút.

Công thức xác định hệ số điền đầy của bàn cho ở cuối bảng 5-125.

Bảng 5-217. *Công suất cắt yêu cầu N, kW.*

n_{ct}, m/ph	Lương chạy dao ngang theo vòng quay của bàn , mm											
7,5	10	14	19	26	35	50	-	-	-	-	-	-
10	-	10	14	19	26	35	50	-	-	-	-	-
14	-	-	10	14	19	26	35	50	-	-	-	-
19	-	-	-	10	14	19	26	35	50	-	-	-
26	-	-	-	-	10	14	19	26	35	50	-	-
35	-	-	-	-	-	10	14	19	26	35	50	-
50	-	-	-	-	-	-	10	14	19	26	35	50
S, mm	Công suất cắt N, kW											
0,003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	4,8
0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0
0,006	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5
0,008	-	-	-	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4
0,011	-	-	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7
0,015	-	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6
0,021	-	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3
0,028	-	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23
0,039	-	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-
0,053	-	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-
0,073	3,8	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-	-
0,10	4,8	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-	-	-
0,14	6,0	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-	-	-	-
0,19	7,5	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-	-	-	-	-
0,26	9,4	11,7	14,6	18,3	23	-	-	-	-	-	-	-

n_{ct} - tốc độ chuyển động của chi tiết, m/phút.
S - lương chạy dao theo chiều sâu sau vòng quay của bàn, mm.

Hệ số điều chỉnh cho công suất cắt

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Thép không tôi	Thép có tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1	0,9

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng và chiều dầy của đá

Chiều dầy của đá mm	Độ cứng của đá			
	M2 ÷ M3	CM1 ÷ CM2	C1 ÷ C2	CT1 ÷ CT2
	Hệ số điều chỉnh			
40	0,8	0,9	1,04	1,22
63	0,9	1,0	1,16	1,36
100	1,0	1,12	1,3	1,52

m) Mài phẳng thô bằng mặt đầu đá trên máy mài phẳng có bàn từ hình chữ nhật.

Bảng 5-218. *Lượng chạy dao theo chiều sâu.*

n_b m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm						
	20	32	50	80	125	200	320
	Lương chạy dao theo chiều sâu sau mơt hành trình của bàn, mm						
8	0,156	0,11	0,077	0,054	0,038	0,027	0,019
10	0,123	0,086	0,061	0,043	0,030	0,021	0,015
12,5	0,097	0,068	0,048	0,034	0,024	0,017	0,012
16	0,077	0,054	0,038	0,027	0,019	0,013	0,0092
20	0,061	0,043	0,030	0,021	0,015	0,010	0,0072
25	0,048	0,034	0,024	0,017	0,012	0,0082	0,0057

n_b — tốc độ chuyển động của bàn, m/ph.

Chiều rộng được mài B_{bm} được xác định theo công thức: $$B_{bm} = \frac{\Sigma F_d}{L_x}$$

Trong đó: ΣF_d - diện tích mài tổng cộng, mm^2.
L_x - chiều dài hành trình bàn, mm.

Hệ số điều chỉnh cho lương chạy dao theo chiều sâu phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Thép không tôi	Thép có tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	0,95	1,0	1,05

n) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng mặt đầu đá trên máy mài phẳng có bàn từ hình chữ nhật.

Bảng 5-219. *Lượng chạy dao theo chiều sâu.*

n_b m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm						
	20	32	50	80	125	200	320
	Lượng chạy dao theo chiều sâu sau một hành trình của bàn, mm						
8	0,063	0,049	0,039	0,031	0,024	0,019	0,015
10	0,049	0,039	0,031	0,024	0,019	0,015	0,012
12,5	0,039	0,031	0,024	0,019	0,015	0,012	0,0095
16	0,031	0,024	0,019	0,015	0,012	0,0095	0,0074
20	0,024	0,019	0,015	0,012	0,0095	0,0074	0,0060
25	0,019	0,015	0,012	0,0095	0,0074	0,0060	0,0046

n_b – tốc độ chuyển động của bàn, m/ph.
Việc xác định hệ số điền đầy của bàn cho trong bảng 5-128.

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao theo chiều sâu mài

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đá mài

Vật liệu gia công	Đường kính đá mài, mm		
	< 320	< 500	< 800
	Hệ số điều chỉnh		
Thép đã tôi	0,8	1,0	1,2
Thép không tôi	1,0	1,25	1,6
Gang	1,2	1,6	2,0

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ chính xác gia công

Độ chính xác kích thước, mm	Lượng dư gia công					
	0,08	0,12	0,17	0,25	0,35	0,5
	Hệ số điều chỉnh					
0,032	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
0,05	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
0,08	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0

Bảng 5-220. *Công suất cắt yêu cầu N*

n_{ct} m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm													
7	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-	-	-	-
10	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-	-	-
14	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-	-
19	-	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-
26	-	-	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320
S, mm	Công suất cắtN, kW													
0,003	-	-	-	-	-	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13
0,004	-	-	-	-	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5
0,006	-	-	-	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2
0,008	-	-	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5
0,011	-	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6
0,015	-	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-
0,021	-	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-
0,028	3,2	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-
0,034	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-	-
0,053	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-	-	-
0,073	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-	-	-	-
0,10	8,2	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-	-	-	-	-
0,14	10,3	13	16,5	20,2	26,5	33,6	-	-	-	-	-	-	-	-

(tiếp bảng 220)

n_{ct} - tốc độ chuyển động của chi tiết, m/ph. S- lượng chạy dao theo chiều sâu sau mỗi hành trình của bàn, mm.			
Hệ số điều chỉnh cho công suất cắt			
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công			
Vật liệu gia công	Thép không tôi	Thép có tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1	0,9
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng và chiều dầy của đá			
Chiều dầy của đá mm	Độ cứng của đá		
	M2 ÷ M3	CM1 ÷ CM2	C1 ÷ C2
	Hệ số điều chỉnh		
40	0,8	0,9	1,04
63	0,9	1,0	1,16
100	1,0	1,12	1,3

o) Mài phẳng thô bằng mặt đầu đá trên máy mài phẳng có bàn từ quay.

Bảng 5-221. *Lượng chạy dao theo chiều sâu mài.*

n_{ct} m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm						
	20	32	50	80	125	200	320
	Lượng chạy dao theo chiều sâu theo vòng quay của bàn của bàn, mm						
12,5	0,097	0,068	0,048	0,034	0,024	0,017	0,012
16	0,077	0,054	0,038	0,027	0,019	0,013	0,0092
20	0,061	0,043	0,030	0,021	0,015	0,010	0,0072
25	0,048	0,034	0,024	0,017	0,012	0,0082	0,0057
32	0,38	0,026	0,019	0,013	0,0092	0,0065	0,0046

n_{CT} - tốc độ chuyển động của bàn, m/ph.

Chiều rộng được mài B_{bm} được xác định theo công thức: $$B_{bm} = \frac{\Sigma . F_d}{\pi . D_{tb}}$$

Trong đo: ΣF_d - diện tích mài tổng công, mm².

D_{tb} — đường kính trung bình của vùng làm việc của bàn, mm.

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao theo chiều sâu phụ thuộc vào vật liệu gia công			
Vật liệu gia công	Thép không tôi	Thép có tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	0,95	1,0	1,05

p) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng mặt đầu đá trên máy mài phẳng có bàn từ quay.

Bảng 5-222. *Lượng chạy dao theo chiều sâu.*

n_{CT} m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm						
	20	32	50	80	125	200	320
	Lượng chạy dao theo chiều sâu vòng quay của bàn, mm						
10	0,06	0,047	0,037	0,030	0,023	0,018	0,015
12,5	0,047	0,037	0,030	0,023	0,018	0,015	0,011
16	0,037	0,030	0,023	0,018	0,015	0,011	0,0091
20	0,030	0,023	0,018	0,015	0,011	0,0091	0,0072
25	0,023	0,018	0,015	0,011	0,0091	0,0072	0,0057
32	0,018	0,015	0,011	0,0091	0,0072	0,0057	0,0045
40	0,015	0,011	0,0091	0,0072	0,0057	0,0045	0,0035

n_{CT} - tốc độ chuyển động của bàn, m/ph.

Công thức xác định chiều rộng mài cho trong bảng 5-221.

(tiếp bảng 5-222)

Hệ số điều chỉnh cho lượng chạy dao theo chiều sâu mài						
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đầu mài						
Vật liệu gia công	Đường kính đầu mài, mm					
	< 320		< 500		< 800	
	Hệ số điều chỉnh					
Thép đã tôi	0,8		1,0		1,2	
Thép không tôi	1,0		1,25		1,6	
Gang	1,2		1,6		2,0	
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ chính xác gia công						
Độ chính xác kích thước, mm	Lượng dư gia công					
	0,08	0,12	0,17	0,25	0,35	0,5
	Hệ số điều chỉnh					
0,032	0,4	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25
0,05	0,5	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6
0,08	0,63	0,8	1,0	1,25	1,6	2,0
Phân bố lượng dư theo chiều sâu mài						
Trục chính	Lượng dư gia công, mm tới					
	0,2	0,32	0,5	0,8	1,25	2,0
	Chiều sâu mài, mm					
Thứ nhất	0,16	0,25	0,4	0,63	1,0	1,6
Thứ hai	0,04	0,07	0,1	0,17	0,25	0,4
Tốc độ chuyển động của chi tiết (bàn từ) được chọn theo chiều sâu mài của trục chính thứ nhất.						

Bảng 5-223. *Tốc độ chuyển động của chi tiết (bàn từ).*

Chiều sâu mài, mm tới	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm						
	12	20	32	50	80	125	160
	Tốc độ chuyển động của chi tiết (bàn từ), m/ph						
0,2	5,0	4,0	3,2	2,5	2,0	1,56	1,25
0,32	3,8	3,0	2,4	1,9	1,5	1,18	0,94
0,5	2,9	2,3	1,8	1,41	1,11	0,88	0,7
0,8	2,1	1,64	1,3	1,02	0,83	0,66	0,52
1,25	1,6	1,25	1,0	0,8	0,63	0,5	0,4
2,0	1,3	0,97	0,77	0,6	0,48	0,38	0,3
Công thức xác định chiều rộng được mài cho trong bảng 5-221.							

Hệ số điều chỉnh cho tốc độ chuyển động của chi tiết (bàn từ)			
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công và đường kính đầu mài			
Vật liệu gia công	Đường kính đầu mài, mm		
	< 320	≤ 500	≤ 800
	Hệ số điều chỉnh		
Thép đã tôi	0,8	1,0	1,2
Thép không tôi	1,0	1,2	1,6
Gang	1,2	1,6	2,0
Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ chính xác gia công			
Độ chính xác kích thước, mm	0,032	0,05	0,08
Hệ số điều chỉnh	0,8	1,0	1,25

Bảng 5-224. *Công suất cắt yêu cầu N, kW*

Máy một trục chính														
n_{tr}, m/ph	Chiều rộng được mài B_{mm}, mm													
10	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-	-		-
14	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-		-
19	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-	-
26	-	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320	-
35	-	-	-	-	19	26	35	48	66	91	124	170	234	320
S, mm	Công suất cắt N, kW													
0.002	-	-	-	-	-	-	-	3.4	4,2	5,3	6,6	8,3	10,5	13
0.003	-	-	-	-	-	-	3,4	4,2	5,3	6,6	8.3	10.5	13	16.5
0.004	-	-	-	-	-	3,4	4,2	5,3	6.6	8,3	10.5	13	16,5	20.5
0.006	-	-	-	-	3,4	4,2	5.3	6.6	8,3	10,5	13	16.5	20,5	26
0.008	-	-	-	3,4	4,2	5,3	6,6	8,3	10,5	13	16.5	20,5	26	32
0,011	-	-	3,4	4,2	5,3	6,6	8.3	10,5	13	16,5	20.5	26	32	-
0,015	-	3,4	4,2	5,3	6,6	8,3	10.5	13	16,5	20.5	26	32	-	-
0,021	3,4	4,2	5,3	6,6	8,3	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-
0,028	4,2	5,3	6,6	8,3	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-	-
0,039	5,3	6,6	8,3	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-	-	-
0,053	6,6	8,3	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-	-	-	-
0,073	8,3	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-	-	-	-	-
0,100	10,5	13	16,5	20,5	26	32	-	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh cho công suất

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào vật liệu gia công

Vật liệu gia công	Thép không tôi	Thép có tôi	Gang
Hệ số điều chỉnh	1,0	1,1	0,9

(tiếp bảng 5-224)

Máy hai trục chính																	
n_{ct}, m/ph	Chiều rộng được mài B_{bm}, mm																
0,2	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-	-	-	-	-	-
0,27	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-	-	-	-	-
0,38	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-	-	-	-
0,52	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-	-	-
0,72	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-	-
1,0	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-	-
1,38	-	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257	-
1,92	-	-	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186	257
2,65	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134	186
3,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97	134
5,08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	19	27	37	51	70	97

n_{ct} - tốc độ chuyển động của chi tiết, m/ph.

Lượng dư gia công, mm	Công suất cắt N, kW																
0,2	-	-	-	-	-	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6
0,27	-	-	-	-	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-
0,38	-	-	-	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-	-
0,52	-	-	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-	-	-
0,72	-	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-	-	-	-
1,0	-	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-	-	-	-	-
1,38	-	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,9	26,5	33,6	-	-	-	-	-	-
2,0	4,0	5,1	6,4	8,2	10,3	13	16,5	20,0	26,5	33,6	-	-	-	-	-	-	-

Hệ số điều chỉnh phụ thuộc vào độ cứng và chiều dầy đá

Chiều dầy đá	Độ cứng của đá		
	M2 — M3	CM1 — CM2	C1 — C2
	Hệ số điều chỉnh		
40	0,8	0,9	1,04
63	0,9	1,0	1,16
100	1,0	1,12	1,3

10. Chia nhóm tính gia công của thép (bảng 5-225) và hợp kim đồng (bảng 5-226) để chọn hệ số cho tốc độ cắt theo mác và cơ tính của chúng.

Bảng 5-225. *Hệ số k_V theo nhóm tính gia công của thép.*

Mác thép	Cơ tính và nhóm tính gia công của thép dùng cho tốc độ cắt							
A12; A15; A15Г; A20; A30; A35	σ_B, MP_a	410 ÷ 460	470 ÷ 540	550 ÷ 630	640 ÷ 720	730 ÷ 830	840 ÷ 960	-
	HB	117 - 131	132 - 154	155 - 180	181 - 205	206 - 237	238 - 274	-
	k_V	2,1	1,8	1,56	1,34	1,16	1,0	-
	Nhóm tính gia công	1	2	3	4	5	6	-
08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 55; 60; CT0; CT1; CT2' CT3; CT4; CT5; CT6	σ_B, MP_a	300 ÷ 350	360 ÷ 410	420 ÷ 490	500 ÷ 570	580 ÷ 680	690 ÷ 810	820 ÷ 960
	HB	84 - 99	100 - 117	118 - 140	141 - 163	164 - 194	195 - 232	233 - 274
	k_V	0,86	1,0	1,16	1,34	1,16	1,0	0,86
	Nhóm tính gia công	7	6	5	4	5	6	7
15X;20X;30X40X;45X; 50X;25H;30H;20XH; 40XH;45XH;50XH;12XH2; 12XH3;30XH3;12X2H4; 20X2H4;20XH3A;37XH3A	σ_B, MP_a	370 ÷ 430	440 ÷ 510	520 ÷ 610	620 ÷ 720	730 ÷ 850	860 ÷ 1000	1010 ÷ 1190
	HB	110 - 127	128 - 146	147 - 174	175 - 205	206 - 243	244 - 285	286 - 341
	k_V	1,56	1,34	1,16	1,0	0,86	0,75	0,64
	Nhóm tính gia công	3	4	5	6	7	8	9
CT7; 65; 70; 18XHBA;25XHBA; 18X2H4MA; 45XHMΦA; 20XHΦA	σ_B, MP_a	-	-	540 ÷ 630	640 ÷ 750	760 ÷ 880	890 ÷ 1040	1050 ÷ 1230
	HB	-	-	154 - 180	181 - 214	215 - 251	252 - 299	300 - 350
	k_V	-	-	1,0	0,86	0,75	0,64	0,55
	Nhóm tính gia công	-	-	6	7	8	9	10
15Г;20Г;30Г;40Г;50Г;60Г; 65Г;70Г;30Г2;10Г2;35Г2; 40Г2;45Г2;50Г2;12XM; 20XM;30XM;35XM; 38XMIOA;35XIOA;OXM; 32XHM;40XHMA;15XГ; 20XГ;40XГ;40X2Г;35XГ2; 33XC;37XC;35CГ;20XГC; 25XГC; 30XГC;35XГC	σ_B, MP_a	400 ÷ 460	470 ÷ 550	560 ÷ 650	660 ÷ 770	780 ÷ 910	920 ÷ 1080	1090 ÷ 1260
	HB	114 - 131	132 - 159	160 - 186	187 - 221	222 - 260	261 - 309	310 - 359
	k_V	1,16	1,0	0,86	0,75	0,64	0,55	0,48
	Nhóm tính gia công	5	6	7	8	9	10	11

K_V - Hệ số điều chỉnh cho tốc độ cắt.

Bảng 5-226. *Mác hợp kim đồng, các đặc trưng theo độ cứng và tính gia công của chúng.*

Hợp kim đồng			Độ cứng HB	Hệ số tính gia công cho tốc độ cắt k_v
Nhóm hợp kim		Mác hợp kim		
Không đồng nhất	Độ cứng cao	Бр.АЖН 11-6-6; Бр.АЖН 10 - 4 - 4; Бр.АЖМ Ц 9-3-1,5	150 - 200	0,7
	Độ cứng trung bình	Бр.А10; Бр.АЖ9-4;Бр.АЖМ Ц 9-2; ЛМ цНЖ 52-2-2-1;ЛМ цЖ52-4-1; ЛАЖМ ц70-6-3-1; Бр.010; Бр.0Ц 10-2; Бр.0Ц 8-4; ЛА67-2,5; ЛК 80-3; Бр.0Ф 10-1.	100 - 140	1,0
Chỉ khi cấu trúc cơ bản không đồng nhất		Бр.0СН10-2-3; Бр.0С10-10;Бр.0С8-12; Бр.АЖС8-2-2; Бр.АЖС7-1,5-1,5; ЛКС80-3-3;ЛМ цС58-2-2; ЛМ ц0С58-2-2-2	70 — 90	1,7
Hợp kim đồng nhất		Бр.КЦ4-4;Бр.КЦ3-9;Бр.К3; Бр.КМ ц3-1;Бр.А7;Бр.А5; Бр.0Ф6 - 0,1;Бр.0Ф6 - 0,4; Бр.0Ц4-3; Бр. 0,4;Бр.КН1-3	60 — 90	2,0
Có chứa chì < 10% khi cấu trúc cơ bản đồng nhất		Бр.КС 3-4;Бр.КС 3-6;Бр.КЦС 3-15-6; Бр.0ЦС 6-6-3;Л0С6 5-1-2 Бр.0ЦС 4-4-2,5;Бр.0ЦС 4-4-4	60 — 80	4,0
Đồng		М3; М4	80 — 70	8 0
Có chứa chì > 15%		Бр.0ЦС 4-4-17; Бр.0С 7-17; Бр.М цс8-20;Бр.0С 5-25;Бр. С30	35 — 45	12,0

PHỤ LỤC CHO CHƯƠNG 5.

Trong quá trình phát triển công nghiệp chúng ta sử dụng rất nhiều loại vật liệu từ nhiều nguồn, nhiều nước, theo nhiều tiêu chuẩn khác nhau. Để tiện cho việc tra cứu các số liệu có liên quan đến vật liệu, chúng tôi xin giới thiệu sơ lược các loại tiêu chuẩn về vật liệu của một số nước mà chúng ta có quan hệ.

1-Tiêu chuẩn Quốc tế ISO (International Standard Organisation).

Tổ chức tiêu chuẩn quốc tế ISO là tổ chức tập hợp các cơ quan tiêu chuẩn của các nước với ý định cuối cùng là xác lập các tiêu chẩn chung về mọi mặt trong đó có vật liệu kim loại. Tuy nhiên công việc này xem ra còn rất nhiều khó khăn. ISO đã đưa ra các tiêu chuẩn tiên tiến với các ký hiệu vật liệu đơn giản, nhất quán, nên một khi đã nắm chắc được nó thì dễ dàng đọc được các loại mác thép bất kỳ. ISO quy định dùng hệ *mét* là đơn vị cơ bản và ký hiệu các nguyên tố bằng chính ký hiệu hoá học. Tuy nhiên các tiêu chuẩn do ISO đưa ra không có tính pháp lý đối với các nước, chúng chỉ được xem như những khuyến nghị để các nước đang phát triển xác lập các tiêu chuẩn mới và để các nước phát triển sửa đổi, bổ sung các tiêu chuẩn cũ của mình. Song việc này rất khó thực hiện bởi tiêu chuẩn của họ đã ăn sâu vào tiềm thức của nhiều thế hệ, không dễ gì thay đổi, hơn nữa một khi đã quen thì mọi phức tạp không còn là trở ngại. Tuy không có giá trị pháp lý người ta vẫn hướng tới nó một cách kiên trì.

2 - Tiêu chuẩn Việt Nam TCVN.

Cơ quan tiêu chuẩn Việt Nam được thành lập từ những năm 60, cho đến nay đã công bố một số tiêu chuẩn, trong đó có tiêu chuẩn về vật liệu kim loại.

Các tiêu chẩn Việt Nam có liên quan đến ký hiệu vật liệu kim loại gồm có:

- TCVN 1659 — 75 quy định các nguyên tắc ký hiệu cho vật liệu kim loại (thép, gang, hợp kim màu). Dựa trên các nguyên tắc này có thể ký hiệu thép, hợp kim màu theo các thành phần hóa học chủ yếu.

+ Đối với thép: lượng cacbon trung bình là rất nhỏ, ký hiệu hóa học và lượng phần trăm trung bình lần lượt cho từng nguyên tố hợp kim (nếu ~ 1% thì không cần ghi, cuối ký hiệu có chữ A là thép có chất lượng cao: ít phôtpho và lưu huỳnh).

Ví dụ: 12CrNi3A có ~ 0,12%C; ~ 1% Cr; ~ 3% Ni; P;S < 0,025%.

210Cr12 có ~ 2,1% C, ~12% Cr.

+ Đối với hợp kim màu thứ tự ký hiệu là: ký hiệu hóa học nguyên tố gốc, các nguyên tố hợp kim và lượng phần trăm cho từng nguyên tố.

Ví dụ AlCu4Mg (hợp kim nhôm) có ~ 4%Cu, ~ 1%Mg.

Có thể vận dụng nguyên tắc này để ký hiệu một hợp kim bất kỳ qua các thành phần hóa học chủ yếu. Tới nay chúng ta đã có:

- TCVN 1765-75: thép cacbon kết cấu thông thường.
- TCVN 1766-75: thép cacbon kết cấu chất lượng tốt.
- TCVN 1767-75: thép đàn hồi.
- TCVN 1822-76: thép cacbon dụng cụ,
- TCVN 1823-76: thép hợp kim dụng cụ (trừ thép gió).
- TCVN 3104-79: thép kết cấu hợp kim thấp.
- TCVN 2735-78: thép chống ăn mòn và chịu nhiệt.
- TCVN 1651-85: thép cốt bêtông cán nóng.
- TCVN 5709-93: thép làm kết cấu trong xây dựng.

Như vậy còn nhiều lĩnh vực rộng lớn của vật liệu kim loại mà TCVN chưa đề cập đến, đó là:

- Thép hợp kim kết cấu (để chế tạo máy).
- Thép kết cấu có công dụng riêng (dễ cắt, cho ổ lăn, chống mài mòn cao. . .).
- Các loại gang.
- Các loại hợp kim màu.

3. Tiêu chuẩn Liên bang Nga ГОСТ.

Tiêu chuẩn của Nga hiện nay (ГОСТ) kế thừa tiêu chuẩn của Liên Xô trước đây, vẫn còn được thông dụng ở nước ta và là một trong số các tiêu chuẩn được nhắc đến trên thế giới. Vì thế trong cuốn sách này chúng tôi vẫn sử dụng các tiêu chuẩn về vật liệu của Nga (ГОСТ),

Có thể tóm tắt các nguyên tắc ký hiệu vật liệu kim loại ở tiêu chuẩn này như sau:

- Đối với thép là vật liệu kim loại được dùng nhiều nhất không cần có chữ chỉ loại vật liệu mà ký hiệu trực tiếp thành phần cacbon và các nguyên tố hợp kim (nếu có); trong khi đó gang, hợp kim màu phải có chữ chỉ loại vật liệu.

- Lượng các nguyên tố tính theo phần trăm được đặt ngay sau chữ cái ký hiệu nguyên tố hợp kim. Trường hợp < 1,5% (theo giới hạn trên) thì không ký hiệu. Đáng chú ý là trong các loại vật liệu khác nhau các nguyên tố có thể được biểu diễn bằng các chữ cái khác nhau.

- Trong các mác thép hợp kim các chữ cái Nga biểu diễn các nguyên tố như sau:

A - nitơ (N).	Б - niôbi (Nh).	В - vonfram (W).
Г - mangan (Mn).	Д - đồng (Cu).	Е - xêlen (Se).
К - côban (Co).	М - mólipđen (Mo)	Н - niken (Ni).
П - phôtpho (P).	Р - bo (B).	С - silic (Si).
Т - titan (Ti).	Ф - vanađi (V).	Х - Crôm (Cr).
Ц - ziêcôni (Zr).	Ч - đất hiếm.	Ю - nhôm (Al).

- Trong các mác hợp kim màu các chữ cái Nga biểu diễn các nguyên tố như sau:

A - nhôm (Al).	Б - berili (Be).	M - mangan (Mn).
M - magiê (Mg).	O - thiếc (Sn).	C - chì (Pb).
C - antimoan (Sb).	Ф- phôtpho (P).	X - Crôm (Cr).
H - niken (Ni).	Ж- sắt (Fe).	K - silic (Si).
Ц- kẽm (Zn).	K - canxi (Ca).	

- Các chữ đứng cuối cùng có ý nghĩa như sau:

A - thép có chất lượng cao, ít phôtpho và lưu huỳnh (mỗi nguyên tố < 0,025%), trong đó không có chữ gì là thép có chất lượng tốt (P và S < 0,035%).

Л - thép đúc.

- Các chữ đứng đầu chỉ một số thép chuyên dụng, các gang và hợp kim màu như sau:

P - thép gió.	ШX - thép ổ lăn chứa crôm.
E - thép từ cứng.	A - thép dễ cắt.
Д - đuara.	Л - đồng thau.
Бр -đồng thanh	Б - bacbit.
CЧ - gang xám.	BЧ - gang cầu.
KЧ - gang dẻo	AЧ - gang làm ổ trượt.

- Trong các mác gang các số đầu tiên đều biểu thị giới hạn bền kéo tính theo đơn vị kG/mm^2 hay MPa (1kG/mm^2 = 10MPa)

4. Tiêu chẩn Trung Quốc GB.

Tiêu chuẩn GB (Guojia Biaozhun)là tiêu chuẩn nhà nước về cơ bản giống các tiêu chuẩn Nga ГOCT, chỉ khác ở mấy điểm sau:

-Các chữ chỉ loại vật liệu: một số thép chuyên dụng, gang và hợp kim màu dùng các chữ cái latinh theo âm đầu tiên tên gọi:

GCr - thép ổ lăn chứa crôm.	D - thép kỹ thuật điện.
HT - gang xám.	QT- gang cầu.
KT- gang dẻo.	H- đồng thau.
Q- đồng thanh.	Zch- babit.

- Các nguyên tố hợp kim được ký hiệu bởi chính ký hiệu hóa học.

- Trong các mác gang, các số đầu tiên đều biểu thị giới hạn bền kéo tính theo MPa.

Cho đến nay tiêu chuẩn Trung Quốc đã quy định đầy đủ cho các vật liệu kim loại thông dụng.

5. Tiêu chuẩn Hoa Kỳ (Mỹ).

Hoa Kỳ (Mỹ) là nước gần như độc nhất trên thế giới có nhiều hệ thống ký hiệu vật liệu kim loại. Cùng một thành phần hóa học có thể ký hiệu theo nhiều cách nếu dùng các hệ thống tiêu chuẩn khác nhau. Cho nên việc tìm hiểu các tiêu chuẩn Hoa Kỳ đòi hỏi nhiều thời gian hơn và khó khăn hơn. Song cũng phải nhận rằng sự việc không quá phức tạp như ta tưởng bởi lẽ đối với mỗi loại, nhóm vật liệu người ta chỉ thường dùng một đến hai hệ tiêu chuẩn, rất ít khi tới ba hoặc bốn hệ tiêu chuẩn, trong nhiều

trường hợp các hệ tiêu chuẩn đó lại giữ cùng một ký hiệu, vì thế nói chung chỉ cần biết vài tiêu chẩn chính.

a) Hệ AISI và SAE.

Hai hệ thống AISI (American Iron & Steel Institute) và SAE (Sosiety of Automotive Engineers) được phổ biến rất rộng rãi ở Hoa Kỳ và trên thế giới trong lĩnh vực tiêu chuẩn về thép, gang.

Đối với thép kết cấu cả hai hệ trên đều có chung một hệ thống ký hiệu với bốn chữ số x x x x, lúc đó sẽ viết là AISI/SAE x x x x.

Ví dụ: AISI/SAE 1040 là mác thép cacbon có khoảng 0,04%C củacả AISI lẫn SAE .

+ SAE 4621 là mác thép hợp kim của hệ SAE có: 0,18-0,23%C; 0,70-0,90%Mn; 0,15-0,30% Si; 1,65-2,0%Ni; 0,20-0,30%Mo; < 0,035%P; < 0,04% S. Mác thép này AISI không có ký hiệu.

+ AISI 5117 là mác thép hợp kim của hệ AISI có: 0,15-0,20%C; 0,70-0,90%Mn; 0,15-0,30%Si; 0,70-0,90Cr; < 0,035 P; < 0,040%S. Mác thép này SAE không có ký hiệu.

Đối với thép không gỉ, thép bền nóng và thép dụng cụ hệ thống ký hiệu của AISI rất thông dụng. Đối với thép không gỉ AISI ký hiệu bằng ba chữ số x x x, thường bắt đầu bằng các số 2, 3, 4 và 5. Còn đối với thép dụng cụ AISI dùng hệ thống chữ và số: chữ chỉ đặc điểm của nhóm thép và số chỉ số thứ tự.

Đối với gang và thép HSLA hệ thống ký hiệu của SAE rất phổ biến. SAE ký hiệu gang xám bằng chữ G, gang dẻo bằng chữ M, tiếp theo có bốn đến năm chữ số chỉ cơ tính (giới hạn bền kéo và độ dãn dài). Thép HSLA được ký hiệu bằng 9 x x. trong đó x x chỉ giới hạn chảy, theo đơn vị ksi.

b) Hệ ASTM.

Hệ thống ký hiệu và tiêu chuẩn ASTM (American Society for Testing and Materials) được phổ biến rộng rãi ở Hoa Kỳ và trên thế giới không những về vật liệu kim loại mà cả về thử nghiệm cơ, lý, hóa tính và tổ chức tế vi. Ví dụ: tiêu chuẩn ASTM về cấp hạt hầu như được mọi nước trên thế giới sử dụng và dùng làm tiêu chuẩn cho nước mình. Thành lập từ năm 1898, ASTM là tổ chức khoa học kỹ thuật hoạt động vì "sự phát triển các tiêu chuẩn về đặc tính của vật liệu, sản phẩm, hệ thống và sự vận hành, cũng như truyền bá các hiểu biết đó". Hội hoạt động thông qua 132 tiểu ban kỹ thuật chủ yếu với khoảng 20.000 chuyên gia làm việc. Hàng năm đều xuất bản bộ Annual Book of ASTM Standards với 68 tập (volume) với hơn 8600 tiêu chuẩn hiện hành. 18 tập đầu trong số 68 tập đó dành cho vật liệu kim loại và các phương pháp thử, phân tích.

Từ tập 01 . 01 đến 01. 07: thép và gang.

Từ tập 02. 01 đến 02. 05: kim loại và hợp kim màu.

Từ tập 03. 01 đến 03. 06: các phương pháp thử nghiệm và quy trình phân tích hóa học.

Ngoài ra tập 15. 08: dành cho các chi tiết ghép (fasteners).

Người ta thường dùng các ký hiệu vật liệu kim loại ASTM cho gang, thép xây dựng.

c) Hệ AA.

Hệ thống ký hiệu và tiêu chuẩn AA (Aluminum Association) về nhôm và hợp kim nhôm được dùng rộng rãi ở Hoa Kỳ và trên thế giới. Các hợp kim nhôm biến dạng được ký hiệu bằng x x x x, còn các hợp kim nhôm đúc được ký hiệu bằng x x x. x.

d) Hệ CDA.

Hệ thống ký hiệu và tiêu chuẩn CDA (Coppier Development Association) về đồng được dùng rộng rãi ở Hoa kỳ và trên thế giới. CDA ký hiệu các hợp kim đồng bằng x x x, trong đó chữ số đầu:

- Từ 1 đến 7 là của các hợp kim đồng biến dạng.
- Các số 8 và 9 giành cho các hợp kim đồng đúc.

e) Hệ UNS.

UNS (Unified Numbering System) chỉ là hệ thống ký hiệu vật liệu , không phải là tổ chức tiêu chuẩn. Do ký hiệu bằng số với quá nhiều tổ chức tiêu chuẩn nên nhiều khi gây nhầm lẫn. Ví dụ: ký hiệu 1060 nếu thuộc hệ thống AA là hợp kim nhôm có 99,60%Al song nếu thuộc hệ thống của AISI/SAE: là thép kết cấu cacbon có 0,60%C. Chính vì vậy từ năm 1967 hai tổ chức SAE và ASTM đã cùng nhau đưa hệ thống ký hiệu mới UNS - hệ đánh số thống nhất, sử dụng hệ thống gồm một chữ cái và năm chữ số, trong đó:

+ Chữ cái dùng để chỉ loại vật liệu (ở đây chỉ nêu một số):

- A- nhôm và hợp kim nhôm.
- C- đồng và hợp kim đồng.
- Z- kẽm và hợp kim kẽm.
- D- thép quy định cơ tính.
- F- gang đúc.
- G- thép cacbon và thép hợp kim theo AISI và SAE.
- H- Thép bảo đảm độ thấm tôi theo AISI .
- J- Thép đúc (trừ thép dụng cụ).
- S- Thép chống ăn mòn.
- T- Thép dụng cụ.

+ Các chữ số chỉ các thành phần khác nhau của cùng một vật liệu, trong đó giữ lại nhóm số truyền thống hay dùng nhất của AISI/SAE (đối với thép), của AA (đối với nhôm), của CDA (đối với đồng).

Như vậy mác nhôm AA1060 (và cả AMS4000) theo UNS sẽ có ký hiệu là UNS A91060, còn mác thép AISI/SAE1060 (và cả AMS7240) theo UNS sẽ có ký hiệu là UNS G10600. Rõ ràng là trước đây theo các tiêu chuẩn khác nhau với cùng một thành phần có thể có ký hiệu khác nhau, thì nay với UNS chúng chỉ có cùng một ký hiệu , không sợ nhầm lẫn. Tuy mhiên UNS không quy định các điều kiện kỹ thuật như cơ tính, nhiệt luyện, chất lượng, kích thước v... v, cho nên muốn rõ các điều đó vẫn phải tìm đến các tiêu chuẩn gốc.

6. Tiêu chuẩn Nhật Bản,

Nhật Bản chỉ có một tiêu chuẩn duy nhất là JIS (Japanes Indutrial Standard). JIS ký hiệu các mác vật liệu kim loại bằng hệ thống chữ và số.

- Chữ ở đầu biểu thị loại vật liệu. Tất cả mọi loại thép đều được bắt đầu bằng chữ "S", trong đó:

SS - thép cán thông dụng.
SM - thép cán làm kết cấu hàn.
SMA - thép cán làm kết cấu hàn chống ăn mòn trong khí quyển.
SB - thép tấm làm nồi hơi và bình áp lực.
SC - thép cacbon đúc.
SCr - thép kết cấu crôm.
SNC - thép kết cấu niken-crôm.
SNCM - thép kết cấu niken-crôm-môlipđen.
SACM - thép kết cấu nhôm - crôm-môlipđen.
SUJ - thép ổ lăn.
SUM - thép ổ lăn.
SUM - thép dễ cắt.
SUP - thép đàn hồi.
SUH - thép bền nóng.
SUS - thép không gỉ.
SK - thép cacbon dụng cụ .
SKH - thép gió.
SKS; SKD; SKT - thép dụng cụ hợp kim.
SR - thép thanh (tròn) trơn làm cốt bêtông.
SD - thép thanh gai làm cốt bêtông.

- Số tiếp theo các chữ trên có thể chỉ:

+ Độ bền (giới hạn bền hay giới hạn chảy) theo đơn vị MPa (trước 1/1/1990 dùng đơn vị kG/mm^2).

+ Thành phần hóa học, trong trường hợp này hai chữ số cuối cùng chỉ lượng cacbon theo phần vạn.

+ Số thứ tự quy ước (như đối với các loại thép dụng cụ) có thể theo một trật tự nào đó song cũng có thể tuỳ ý.

Tất cả mọi loại gang đều được bắt đầu từ chữ FC (cho gang xám), với các chữ tiếp theo sau (D- gang cầu; MB- gang dẻo lõi đen; MW- gang dẻo lõi trắng) và số tiếp theo đều chỉ giới hạn bền kéo theo MPa.

Trong số các hợp kim màu, các mác hợp kim nhôm bắt đầu bằng chữ A, đồng bằng chữ C.

Điều đáng chú ý là trong JIS sử dụng lại các nhóm số thép không gỉ của AISI, nhôm của AA, đồng của CDA. Ví dụ: SUS 304 tương đương với mác AISI 304 (có C < 0,08%; Si ≈ 1,00%; Mn ≈ 2,00%; Ni8,0-10,0%; Cr18,0-20,0%).

7. Tiêu chuẩn các nước châu Âu.

Các nước Đức, Pháp, Anh mỗi nước cũng chỉ có một tổ chức tiêu chuẩn cho riêng nước mình là:

AFNOR (Association Française de Normalisation) của Pháp.

DIN (Deutsche Institut für Normalisierung) của Đức.

BS (British Standards) của Anh.

Riêng hai tiêu chuẩn AFNOR và DIN có nhiều nét giống nhau về nguyên tắc, ký hiệu cũng như nội dung.

Thép cacbon để chế tạo máy được ký hiệu theo số phần vạn cacbon trung bình. Ví dụ: với thép có khoảng 0,25%C AFNOR ký hiệu là XC 25, DIN ký hiệu là C25 hay Ck25.

Thép hợp kim được chia ra làm hai loại: hợp kim thấp và hợp kim cao.

Thép hợp kim thấp là loại hợp kim không có nguyên tố nào có hàm lượng > 5%, được ký hiệu theo trật tự sau:

+ Nhóm hai chữ số đầu biểu thị lượng cacbon trung bình theo phần vạn.

+ Liệt kê các nguyên tố hợp kim trong thép, trong đó DIN dùng chính ký hiệu hóa học còn AFNOR dùng các chữ cái sau:

C - crôm.	N - niken.	M - mangan.
D - môlipđen.	S - silic.	W - vonfram.
V - vanađi.		

+ Liệt kê hàm lượng các nguyên tố hợp kim theo trật tự của các chữ sau khi đã nhân số phần trăm cuả nguyên tố với 4 (đối với 5 nguyên tố là Mn; Si; Cr; Ni; Co) hoặc với 10 (đối với các nguyên tố còn lại).

Ví dụ: 34CD4 của NF (tức AFNOR) và 34CrMo4 của DIN có ~ 0,34%C; ~ 1%Cr (4/4 = 1) và ~ 0,10%Mo (1/10 = 0,10).

Thép hợp kim cao là loại hợp kim có ít nhất một nguyên tố > 5% thì trước ký hiệu phải có chữ Z đối với NF (AFNOR) , chữ X đối với DIN và lượng các nguyên tố hợp kim đều biểu thị đúng theo phần trăm.

Ví dụ: Z20C13 của NF và X20C13 của DIN là mác thép không gỉ có khoảng 0,20%C; 13%Cr.

Riêng đối với DIN thép dụng cụ hợp kim cao không tuân theo quy tắc này mà dùng chữ S và dãy các số tiếp theo lần lượt chỉ vonfram và các nguyên tố khác trừ crôm. Ví dụ: cùng là thép gió có khoảng 1%C; 6%W; 5%Mo; 2%V, NF ký hiệu là Z100WDC 06-05-04-02 thì DIN ký hiệu là SC 6-5-2.

Các loại gang được ký hiệu như sau:

Theo NF gang xám : FGL x x x.

gang cầu : FGS x x x — x x.

gang dẻo lõi trắng :MB x x x — x x.

gang dẻo lõi đen : MN x x x — x x.

gang dẻo peclit : MP x x x — xx.

Trong đó nhóm ba chữ số đầu tiên chỉ giới hạn bền kéo theo MPa, nhóm hai chữ số sau gạch ngang chỉ độ dãn dài tương đối theo %.

* Theo DIN gang xám : GG x x.

gang cầu: GGG x x.

gang dẻo lõi trắng : GTW - x x - x x.

gang dẻo lõi đen và gang dẻo peclit : GTS - x x - xx.

Trong đó nhóm hai chữ số đầu tiên chỉ giới hạn bền kéo tính theo đơn vị 10MPa, nhóm hai chữ số sau gạch ngang chỉ độ dãn dài tương đối theo %.

* Tiêu chuẩn BS có ký hiệu khác hẳn.

Thép cacbon và thép kết cấu để chế tạo máy được ký hiệu theo số phần vạn cacbon trung bình và loại thép, trong đó:

+ Nhóm ba chữ số đầu là chỉ loại thép (cacbon hay hợp kim màu).

+ Một trong ba chữ A; M; H (trong đó H chỉ loại bảo đảm độ thấm tôi).

+ Nhóm hai chữ số sau cùng chỉ phần vạn cacbon trung bình.

Ví dụ: 080A30 là thép cacbon (nhóm ba chữ số đầu tiên 080) có ~ 0,30%C (nhóm hai chữ số 30).

530A30 là thép crôm với khoảng 1,00% Cr (nhóm ba chữ số đầu tiên 530) và 0,30%C (nhóm hai chữ số 30).

Thép không gỉ được ký hiệu bằng x x x S x x, trong đó nhóm ba chữ số đầu lấy theo AISI và giữ đúng ý nghĩa. Ví dụ 302S25 tương ứng với AISI 302 có khoảng 0,10%C; 18% Cr; 9%Ni.

Thép dụng cụ được ký hiệu giống AISI chỉ khác là thêm vào đầu ký hiệu chữ B. Ví dụ: T1 của AISI tương ứng với BT1 của BS (mác này có khoảng 0,80%C; 18%W; 4%Cr; 1%V).

Các loại gang được ký hiệu theo nhóm số chỉ giới hạn bền kéo theo kG/mm^2 (nếu là hai chữ số) hay MPa (nếu là ba chữ số) ở nhóm số thứ nhất, nếu có nhóm số thứ hai là chỉ độ dãn dài tương đối theo % như sau:

Gang xám: Grade x x x.

Gang cầu: Grade x x x / x x.

Gang dẻo lõi trắng: B x x — x x.

Gang dẻo lõi đen: W x x — x x.

Gang dẻo peclit: P x x — xx.

Cần chú ý là Liên Minh Châu Âu (EU) đang trong quá trình nhất thể hóa về kinh tế cũng như về tiêu chuẩn. Hiện nay các nước trong EU đã dùng chung nhiều tiêu chuẩn, trong đó đáng chú ý là tiêu chuẩn EN 10025-90 về thép cán thông dụng làm kết cấu xây dựng với các mác Fe 310; Fe 360; Fe 430; Fe 510; Fe 590, trong đó các số chỉ giới hạn bền kéo theo MPa. EU là khu vực đang có nhiều biến động về tiêu chuẩn.

Để sử dụng thuận lợi các loại vật liệu trong quá trình chế tạo, chúng ta có thể thay đổi các mác vật liệu tương đương của các nước với nhau. Muốn vậy bạn đọc có thể tra cứu thêm các loại vật liệu và đặc tính của chúng trong các sách và sổ tay về vật liệu. Xem bảng trang 575.

CHƯƠNG 6.

GIA CÔNG TINH CÁC BỀ MẶT BẰNG BIẾN DẠNG DẺO (BDD).

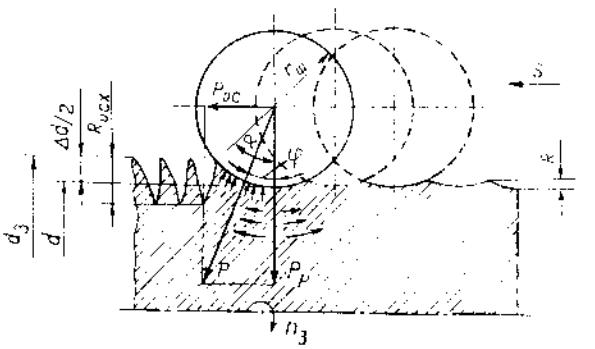
1. Sự hình thành bề mặt gia công và các dạng gia công.

Trong những năm gần đây, một trong những phương pháp gia công nhằm nâng cao chất lượng chế tạo chi tiết mà trước hết là độ chính xác và độ bền lâu của chúng được dùng ngày càng rộng rãi là phương pháp *gia công tinh không phoi*. Đây là phương pháp gia công dựa trên nguyên lý biến dạng dẻo lớp bề mặt kim loại gia công ở trạng thái nguội. So với các phương pháp gia công cắt gọt kim loại thông thường, phương pháp này có nhiều ưu điểm như: có thể đạt độ nhấp nhô bề mặt Ra nhỏ, tăng độ bền lớp bề mặt gia công, nâng cao độ cứng bề mặt, nâng cao giới hạn chảy của vật liệu và đặc biệt là nâng cao giới hạn mỏi σ_{-1} của chi tiết.

Bản chất của phương pháp gia công này là: dưới áp lực của dụng cụ (bi, con lăn, chày nong) có độ cứng cao hơn vật liệu gia công, độ nhấp nhô trên bề mặt của vật liệu gia công bị biến dạng dẻo, bị nén xuống nên độ nhấp nhô tế vi sẽ giảm đi và tạo thành nếp nhăn tế vi mới (hình 6-1).

Gia công tinh bằng biến dạng dẻo được thực hiện dưới nhiều dạng khác nhau. Tuy nhiên có thể tổng hợp chúng thành 4 dạng chính sau đây:

* Lăn ép bề mặt bằng bi hoặc con lăn với chuyển động cưỡng bức của phôi (hình 6-2a).
* Lăn ép giữa các con lăn có chuyển động cưỡng bức của phôi. (hình 6-2b).
* Lăn miết bằng mũi kim cương hoặc hợp kim cứng với chuyển động quay cưỡng bức của phôi (hình 6-2c).
* Nong lỗ bằng bi hoặc chày nong có chuyển động cưỡng bức(hình 6-2d).



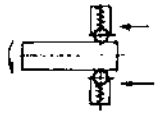
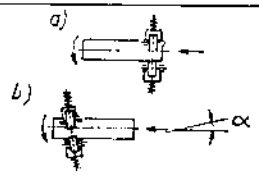
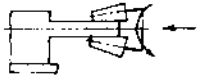
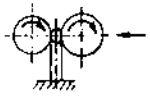
Hình 6-1. *Sơ đồ biến dạng độ nhấp nhô bề mặt khi gia công tinh bằng BDD.*

Bảng 6-1. *Các phương pháp gia công bề mặt bằng BDD.*

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
			Gia công mặt trụ ngoài					
1	+ Là mặt phẳng + Bàn là gắn mảnh hợp kim cứng	Hóa bền	+ Trục trơn, trục bậc + d > 20mm l- không hạn chế		Không định kích thước	8 — 9 (0,63÷0,32)	50-60	< 600
2	+ Là mặt phẳng + Bàn là gắn kim cương	Hóa bền	+ Trục trơn, trục bậc + 5 < d< 5 mm l- không hạn chế		6 - 7	11 — 12 (0,08÷0,04)	20-25	< 1000
3	+ Lăn ép + Con lăn tác động đàn hồi	Hóa bền	+ Trục trơn, trục bậc + d > 50 mm l < 500 mm		Không định kích thước	8 — 11 (0,63÷0,08)	20-40	<5000
4	+ Lăn ép + Bi tác động đàn hồi d_b < 10 mm	Hóa bền	+ Trục trơn độ cứng vững thấp + d > 120 mm l- không hạn chế		Không định kích thước	8 — 11 (0,63÷0,08)	20-50	< 5000

A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng, %; h - Chiều sâu biến cứng, μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
5	+ Lăn ép + Nhiều bi tác động đàn hồi	Hóa bền	+ Trục trơn + d > 8n mm l- không hạn chế		Không định kích thước	8 — 11 (0,63÷0,08)	20-50	< 5000
6	+ Lăn ép + Ba con lăn tác động đàn hồi a) Đẩy phôi cưỡng bức b) Tự đẩy phôi	Hóa bền	+ Trục trơn, ống, trục bậc + d > 20mm l- không hạn chế			8 — 11 (0,63÷0,08)	20-50	< 15000
7	+ Lăn ép + Nhiều con lăn trụ cứng	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Trục trơn, trục bậc + d > 20mm l - không hạn chế		6 - 7	8 — 12 (0,63÷0,04)	20-50	<15000
8	+ Lăn ép + Nhiều con lăn côn cứng	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Trục trơn, trục bậc + d > 20mm l- không hạn chế		6 - 7	8 — 12 (0,63÷0,04)	20-50	<15000
9	+ Lăn ép giữa các con lăn. (cưỡng bức)	+ Khía nhám + Gia công tinh lần cuối + Gia công định kích thước. + Hóa bền	+ Trục trơn, trục bậc + d =1 ÷ 5mm l < 50mm		Không định kích thước	9— 12 (0,32÷0,04)	20-50	<100

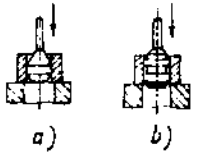
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
10	+ Lăn ép dao động dọc trục + Một bi tác động đàn hồi	Hóa bền	+ Trục trơn, trục cứng vững thấp + d > 10 mm l < 50 mm		Không định kích thước	8 — 12 (0,63÷0,04)	15-30	< 500
11	+ Gia công có va đập + Đầu dụng cụ có bi tác động theo quán tính	Hóa bền	+ d < 500mm l- không hạn chế			8 — 10 (0,63÷0,16)	30-40	< 1000
12	+ Tiện và lăn ép đồng thời + Bi	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Trục trơn + d < 500mm l - không hạn chế		8 - 7	8 — 12 (0,63÷0,32)	30-40	< 1000
13	+ Tiện và lăn ép đồng thời + Con lăn	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Trục trơn + d < 200mm l- không hạn chế		8 - 7	8 — 10 (0,63÷0,16)	20-50	<15000

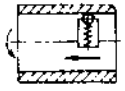
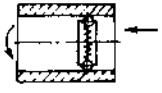
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
			Gia công lỗ					
14	+ Nong lỗ a) Chày nong liền khối b) Chày nong ghép	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có lỗ thông + d < 100mm l < 50mm		8 - 7	8 — 9 (0,63÷0,32)	40-50	< 5000
15	+ Chuốt lỗ + Dao chuốt	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết dạng bậc có lỗ thông + d < 100mm l- không hạn chế		8 - 7	9 — 10 (0,32÷0,16)	20-40	< 5000

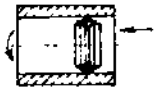
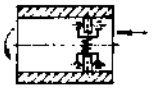
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
16	+ Lăn ép + Bi tác động đàn hồi	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có lỗ thông + d > 20mm l < 100mm		Không định kích thước	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-50	< 2000
17	+ Lăn ép lỗ + Nhiều bi tác động đàn hồi	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có lỗ thông không đối xứng + d > 40mm l- không hạn chế		Không định kích thước	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 2000

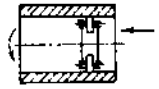
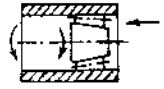
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
18	+ Lăn ép lỗ + Nhiều bi điều chỉnh được	+ Gia công tinh lần cuối + Gia công định kích thước.	+ Chi tiết có lỗ thông + d > 20mm l- không hạn chế		8 - 7	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 2000
19	+ Lăn ép + Nhiều con lăn tác động đàn hồi	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có lỗ thông + d >60mm l- không hạn chế		Không định kích thước	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 5000

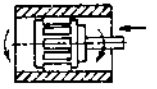
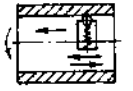
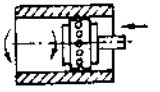
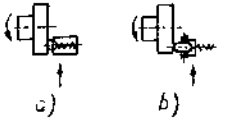
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
20	+ Lăn ép lỗ + Nhiều con lăn trụ không điều chỉnh	+ Gia công tinh lần cuối + Gia công định kích thước.	+ Chi tiết có lỗ thông; lỗ không thông + d > 60÷80 mm l < 30mm		7 - 6	10 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 5000
21	+ Lăn ép lỗ + Con lăn hình côn điều chỉnh được	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có lỗ không thông + d > 20mm l- không hạn chế		8 - 7	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-50	< 15000

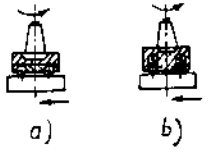
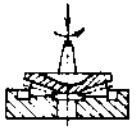
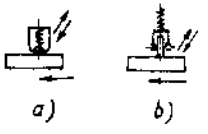
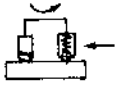
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, µm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , µm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp gia công và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
22	+ Lăn ép lỗ + Nhiều con lăn không điều chỉnh được; tác động va đập	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có lỗ thông + d > 20mm l- không hạn chế		8 - 7	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-50	< 5000
23	+ Lăn ép lỗ + Có dao động và tác động đàn hồi	+ Hóa bền + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có lỗ thông, kém cứng vững + d > 20mm l- không hạn chế		Không định kích thước	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 2000
24	+ Gia công có va đập + Đầu dụng cụ nhiều bi tác động theo quán tính.	+ Hóa bền + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có lỗ thông + d > 70mm l- không hạn chế		Không định kích thước	8— 10 (0,63÷0,16)	15-30	< 500
			Gia công mặt phẳng					
25	+ Lăn ép với tác động đàn hồi a) Một bi b) Một con lăn	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết quay tròn gia công mặt đầu vuông góc với trục quay		Không định kích thước	9 — 12 (0,32÷0,04)	20-40	< 5000

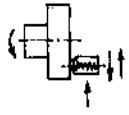
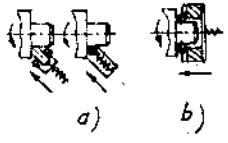
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N⁰	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
26	+ Lăn ép a) Nhiều bi cứng b) Nhiều bi tác động đàn hồi	+ Gia công định kích thước (a). + Gia công tinh lần cuối. + Hóa bền (a, b)	+ Chi tiết dạng tấm phiến + Kích thước không hạn chế		Không định kích thước	9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 5000
27	+ Lăn ép + Nhiều con lăn	+ Gia công định kích thước. + Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có mặt đầu dạng vành khăn + d < 300mm			10 — 12 (0,16÷0,04)	20-40	< 8000
28	+ Lăn ép a) Bằng bi trên máy bào ngang b) Bằng bi trên máy bào giường	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có mặt phẳng dài + Kích thước không hạn chế			9 — 11 (0,32÷0,08)	20-40	< 5000
29	+ Phay mặt đầu và lăn ép đồng thời	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết phẳng + Kích thước không hạn chế			7 — 9 (1,25÷0,32)	20-40	< 1000

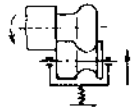
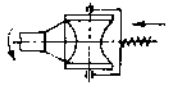
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng, %; h - Chiều sâu biến cứng, μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
30	+ Lăn ép có dao động	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền (a, b)	+ Chi tiết dạng đĩa; bích + Kích thước d, l không hạn chế		Không định kích thước	8 ÷ 10 (0,63÷0,16)	20-50	< 2000
31	+ Lăn ép có bán kính lươn cong a) Bằng con lăn b) Bằng bi	+ Gia công tinh lần cuối + Hóa bền	+ Chi tiết có bán kính lươn và rãnh cầu			a) 8 - 10 (0,63 ÷0,16) b)và c) 9 ÷11 (0,32÷0,08)	20-50	< 5000

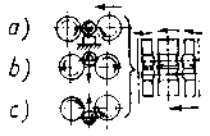
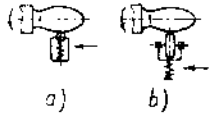
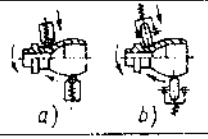
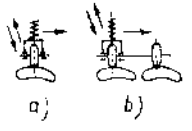
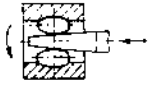
A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

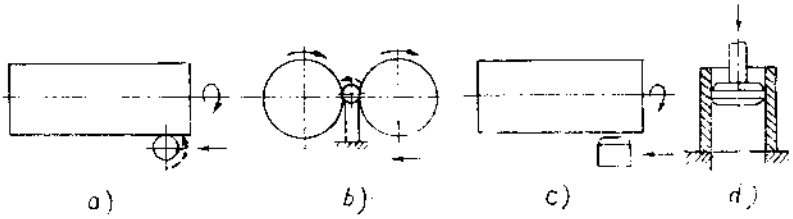
N⁰	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
			Gia công mặt định hình					
32	+ Lăn ép mặt định hình + Con lăn định hình đặt trên giá tác động đàn hồi	+ Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết tròn xoay cứng vững + d < 50 ; l < 30mm		Không định kích thước	8 ÷ 9 (0,63÷0,32)	15-20	< 200
33	+ Lăn ép mặt cầu + Hai con lăn	+ Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có mặt cầu + r- bán kính cầu không hạn chế			8 ÷ 10 (0,63÷0,16)	15-20	< 300

A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, μm; C - Mức tăng cứng , %; h - Chiều sâu biến cứng , μm;

(tiếp bảng 6-1)

N°	Phương pháp và dụng cụ gia công	Công dụng	Dạng chi tiết và kích thước giới hạn	Sơ đồ nguyên lý	A	Ra	C (%)	h
34	+ Lăn ép + Hai con lăn cứng theo ba sơ đồ a) Hướng kính b)Tiếp tuyến thuận c) Tiếp tuyến nghịch	+ Gia công định kích thước + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết định hình dạng trục + d < 50 mm, + l < 80 mm		7 - 6	9÷ 10 (0,32÷0,16)	30-40	< 1500
35	+ Lăn ép mặt định hình tròn xoay a) Bằng bi b) Bằng con lăn	+ Gia công tinh lần cuối + Hoa bền	+ Chi tiết tròn xoay cứng vững + d < 50 l - không hạn chế		7 - 6	8÷10 (0,63 ÷0,16)	a) 20-40 b) 15-20	a) < 500 b) < 200
36	+ Lăn ép bề mặt dạng cầu a) Bằng bi b) Bằng con lăn	+ Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết có bề mặt dạng cầu		Không định kích thước	8 ÷ 10 (0,63÷0,16)	15-20	< 300
37	+ Lăn ép mặt định hình xé + Bằng con lăn cầu không dưỡng + Bằng con lăn cầu theo dưỡng	+ Gia công tinh lần cuối + Hoa bền	+ Chi tiết dạng tấm, cánh + l không hạn chế			7 ÷ 10 (1,25÷0,63)	10-20	< 300
38	+ Lăn ép lỗ định hình + Bằng nhiều con lăn	+ Gia công định kích thước + Gia công tinh lần cuối	+ Chi tiết dạng bạc + d < 200 mm; l < 100mm		8 - 7	7 ÷ 8 (1,25÷0,63)	15-20	<200

A - Cấp chính xác sau BDD; Ra - Cấp chính xác độ nhám và độ nhám, µm; C - Mức tăng cứng, %; h - Chiều sâu biến cứng, µm;



Hình 6-2. *Các dạng chính khi gia công tinh bằng BDD*
a) lăn ép bằng bi; b) lăn ép cưỡng bức;
c) lăn miết bằng mũi hợp kim cứng; d) nong lỗ.

Các yếu tố ảnh hưởng đến những chỉ tiêu cơ bản của chất lượng gia công là:

- Ứng suất pháp tuyến và ứng suất tiếp tuyến lớn nhất ở vùng biến dạng và tỷ lệ giữa chúng; tỷ lệ này quyết định hướng biến dạng và hướng dịch chuyển của kim loại ở vùng tiếp xúc,

- Để đạt được độ nhấp nhô (độ nhám) bề mặt Ra nhỏ, lực tác động ở bộ phận làm biến dạng phải đủ để làm biến dạng dẻo các đỉnh nhấp nhô ban đầu của bề mặt gia công.

Gia công tinh bằng biến dạng dẻo có thể gia công được các mặt trụ ngoài, mặt trụ trong, mặt phẳng và mặt định hình. Tùy theo dụng cụ và cách tác dụng lực vào bề mặt gia công mà có thể tiến hành việc gia công theo các sơ đồ nguyên lý như trong bảng 6-1.

2. Chất lượng gia công.

a) Độ chính xác gia công.

Gia công tinh bằng BDD có thể định kích thước hoặc không định kích thước.

Khi dụng cụ (con lăn chẳng hạn) tiếp xúc có đàn hồi với bề mặt gia công thì nó không sửa được sai số hình dáng của phôi. Lúc này đường kính gia công thay đổi một lượng Δd. Đại lượng này xác định gần đúng như sau:

$$\Delta d \approx k.(R_{Zbd} - R_Z)$$

R_{Zbd} - nhấp nhô tế vi bề mặt trước khi lăn ép.

R_Z - nhấp nhô tế vi bề mặt sau khi lăn ép.

k - hệ số phụ thuộc tính dẻo của vật liệu gia công.

Hệ số k của một số vật liệu (kim loại):

- Thép hợp kim crôm-môlipđen	k = 1,21
- Thép dụng cụ	k = 1,41
- Thép 45	k = 1,32
- Đồng thanh	k = 1,32
- Đồng thau	k = 1,26
- Đuara	k = 1,30
- Gang xám GX. 18-30	k = 1,36

Khi con lăn cứng(không đàn hồi) thì:

$$\Delta d \geq (\delta - \delta') \text{ hoặc } \delta - \delta' \leq k.(Rz_{bd} - Rz)$$

δ - Dung sai kích thước phôi (trước khi lăn ép).

δ' - Dung sai kích thước chi tiết (sau khi lăn ép).

b) Độ sóng và độ nhám.

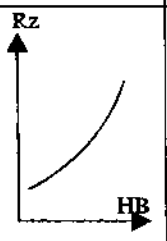
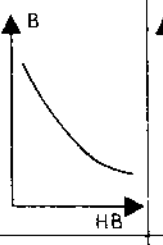
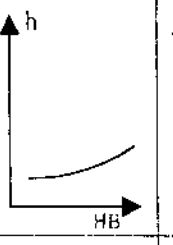
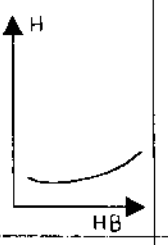
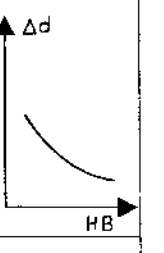
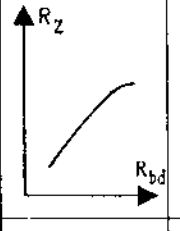
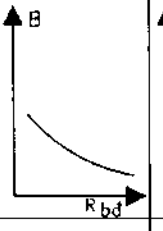
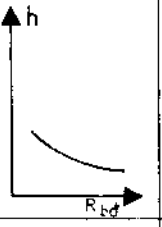
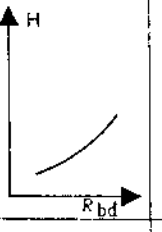
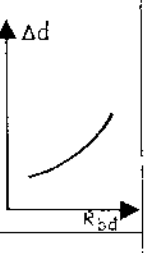
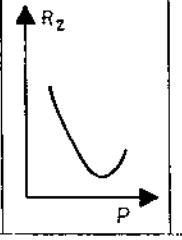
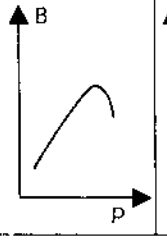
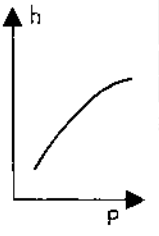
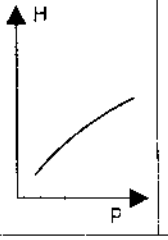
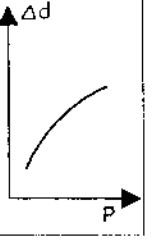
Phương pháp BDD dễ dàng khắc phục được độ sóng hơn so với các phương pháp gia công bằng cắt gọt và có thể đạt cấp chính xác độ nhám cấp 10.

c) Tính chất cơ lý lớp bề mặt.

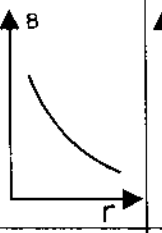
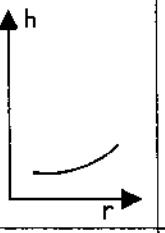
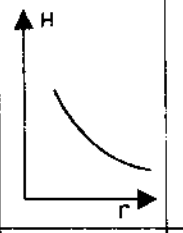
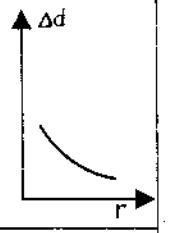
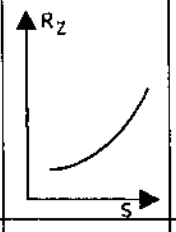
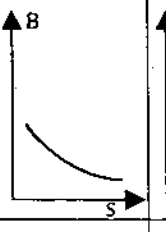
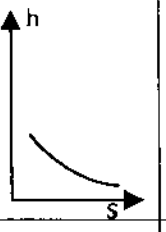
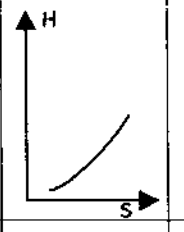
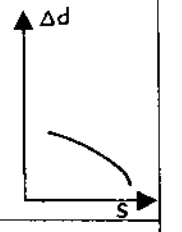
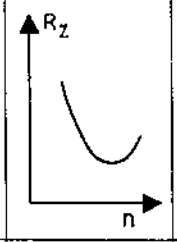
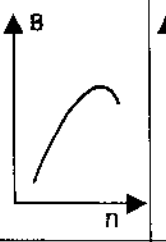
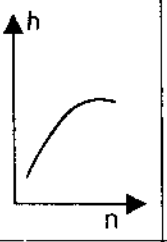
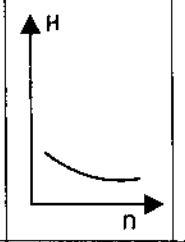
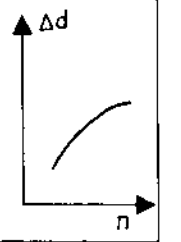
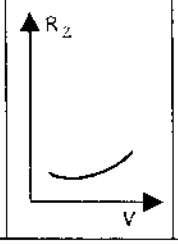
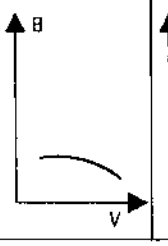
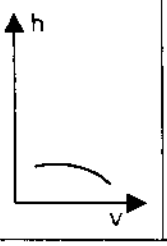
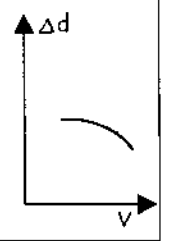
Phương pháp BDD nâng cao được tính chất cơ lý lớp bề mặt (cấu trúc kim loại, độ cứng tế vi, biến cứng bề mặt, ứng suất bề mặt). Tuy nhiên nếu các thông số về lực tăng quá mức, vượt quá giới hạn cho phép sẽ dẫn tới biến cứng quá độ và làm xấu đi tính chất sử dụng của kim loại.

Bảng 6-2 cho ta biết quan hệ giữa các chỉ tiêu về chất lượng bề mặt và các thông số công nghệ khi gia công tinh bằng biến dạng dẻo (lực, số bước gia công, lượng chạy dao. . .).

Bảng 6-2. *ảnh hưởng của các yếu tố công nghệ đến chất lượng sản phẩm.*

Thông số công nghệ	Chỉ tiêu chất lượng sau gia công				
	Rz, μm	B, kG/mm²	h, μm	H, μm	Δd, μm
HB Độ cứng ban đầu của kim loại					
R_{bd}, μm Nhấp nhô ban đầu của bề mặt gia công					
P, (kG) Lực gia công					

(tiếp bảng 6-2)

Thông số công nghệ	Chỉ tiêu chất lượng sau gia công				
	Rz, μm	B, kG/mm²	h, μm	H, μm	Δd, μm
r,mm Đường kính bi; con lăn; bán kính cầu theo tiết diện dọc trục					
S, mm/vòng Lượng chạy dao vòng					
n Số bước gia công					
V,m/ph Tốc độ gia công					

Rz — Nhấp nhô bề mặt sau gia công, μm
B — Mức độ biến cứng, kG/mm².
h — Chiều sâu biến cứng, μm.
H - nhấp nhô, μm
Δd - Độ biến dạng kích thước, μm.

3. Dụng cụ để gia công tinh kim loại bằng biến dạng dẻo.

a) Vật liệu.

Vật liệu chế tạo dụng cụ để gia công biến dạng dẻo cần thiết phải có cơ lý tính cao hơn vật liệu cần gia công; nó phải đảm bảo các tính chất cơ bản sau đây: có độ cứng cao; tính chống mòn cao; chịu va đập tốt; giới hạn bền chịu nén cao; hệ số ma sát với kim loại gia công thấp; tính dẫn

nhiệt và nhiệt dung lớn; dễ gia công để đạt độ nhám thấp nhất; tính chống bám dính cao.

Các yêu cầu về vật liệu để chế tạo dụng cụ gia công BDD kể trên tùy theo mức độ phụ thuộc vào phương pháp gia công cụ thể.

Dụng cụ gia công BDD là bi, con lăn thường dùng: ШХ15; ШХ15СГ; 18ХГТ; 20Х2Н4ВА; trong mọi trường hợp đều có thể dùng thép chống gỉ 11Х18М; 95Х18 hoặc thép có tính bền nóng 8Х4В9Ф2 (bảng 6-3).

Dụng cụ gia công BDD có va đập thường dùng Y10A; Y10 và các loại thép gió P18; P6AM5; P6M5K5; P9M4K8; P9K5.

Dụng cụ để nong lỗ, lăn ép bằng con lăn, lăn miết . . . có thể dùng các loại hợp kim cứng trong các trường hợp sau:

- Khi mài mòn không va đập: BK6
- Khi mài mòn có va đập: BK8
- Khi mài mòn có va đập mạnh: BK10
- Khi va đập với cường độ yếu: BK15
- Khi va đập với cường độ nhẹ: BK20
- Khi tải trọng va đập mạnh: BK25

Các hợp kim cứng có thành phần Co ≤ 10% thường có tính dòn cao; còn khi thành phần Co > 30% thì bị mòn rất nhanh nên không sử dụng (bảng 6-4).

Kim cương có cơ, lý tính tốt hơn tất cả các loại vật liệu khác. Khi lăn ép bề mặt thường dùng kim cương nhân tạo có kích thước hạt lớn hơn 3mm (АСБ); (АСПК) bảng 6-5.

Bảng 6-3. *Đặc tính của các loại vật liệu chế tạo dụng cụ gia công BDD.*

Vật liệu	ШХ15	ШХ15СГ	18ХГТ	20Х2Н4ВА	95Х18	P18	P6AM5	P6M5K5	P9K5
σ_B, MPa	2800 - 2600	2800 - 3000	1000 - 1100	1200 - 1300	700 - 800	2600 - 3000	3200 - 3600	2600 - 3000	2300 - 2700
HRC	61-63	61-63	50-62	56-60	55-57	63-65	64-66	65-67	64-66
Nhiệt độ làm việc max, ^{0}C	700	720	500	400	350	615	620	635	640

Bảng 6-4. *Đặc tính của các loại hợp kim cứng chế tạo dụng cụ gia công BDD.*

Hợp kim cứng	Kích thước hạt WC	Kháng lực e	Độ cứng HRC	$\sigma_{uốn}$	$\sigma_{nén}$	Biến dạng giới hạn, ε (%)
				MPa		
BK10-C	2 ÷ 3	100-140	87,5	1900	4300	1,6
BK15-C		90-110	86,5	2000	3900	2,5
BK20-C		80-90	84,5	2300	3400	4,2
BK25-C		70-80	82,5	2400	3000	6,5
BK10KC	3,5 ÷ 4,2	70-90	87	1900	4000	2,5
BK15KC		50-70	86	1950	3600	4,5
BK20KC		30-50	82	2150	3000	6,8
BK20-K	6 ÷ 8	25-30	80	1700	2400	10,0

Bảng 6-5. *Đặc tính và kích thước của kim cương nhân tạo dùng để chế tạo dụng cụ gia công BDD.*

Vật liệu	K	P_M	P_T	σ		ε	k_n	J	λ	$\alpha.10^6$	$\rho.10^2$
				$\sigma_{uốn}$	$\sigma_{nén}$						
Kim cương	3,49 - 3,54	10	100	0,3	2	900	0,35	0,48	0,83	0,9 ÷ 1,45	5
Cacbit silic	3,2	9	33 - 36	0,05 - 0,15	1,2	365	0,037	0,56	0,084	6,5	-
BK10C	14,4 ÷ 15,0	-	20 - 28	1,8 ÷ 2,0	4,2 ÷ 4,5	520	0,14	0,08	0,02	5	-
P18 cao tốc	8,5 ÷ 8,7	-	13 - 14	2,6 ÷ 3	3,6	220	0,058	0,36	0,06	11	0,41

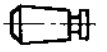
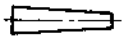
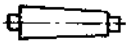
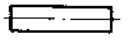
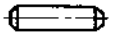
K - Khối lượng riêng, g/cm^3; P_M - Độ cứng theo Moo; P_T - Độ cứng tế vi, Pa;
σ - Giới hạn bền, Pa; ε - Môđun đàn hồi, Pa; J - Nhiệt dung, J/g.^{0}C;
$\rho.10^2$-Điện trở suất, Ω.m $\alpha.10^6$ - Hệ số dãn dài, 1/ ^{0}C;
k_n - Hệ số dẫn nhiệt ở 0^{0}C, J/cm.sec.^{0}C; λ - Hệ số dẫn nhiệt độ, cm^2/sec;

b) Bi và con lăn để gia công tinh bằng BDD.

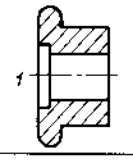
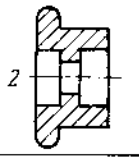
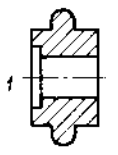
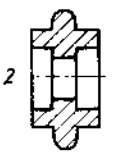
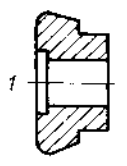
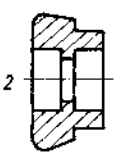
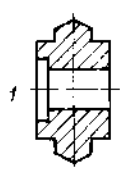
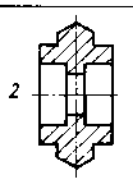
Bảng 6-6. *Các dạng bi và con lăn để gia công tinh bằng BDD.*

Loại	Hình dáng	Phạm vi sử dụng
1	1	Dùng lăn ép các bề mặt trụ liên tục với chạy dao hướng trục
	2	

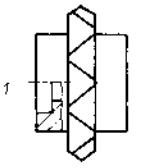
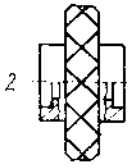
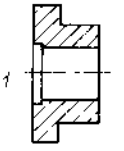
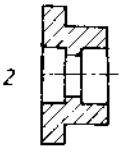
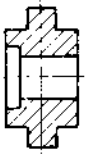
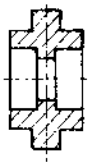
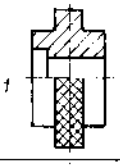
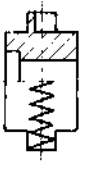
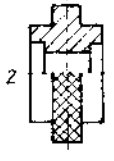
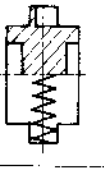
(tiếp bảng 6-6)

Loại	Hình dáng	Phạm vi sử dụng
2	1	Dùng lăn ép các bề mặt trụ liên tục với chạy dao hướng trục
	2	
3	1	Có thể gia công bề mặt và cạnh vát
	2 	
4	3 	Dùng gia công khi chạy dao hướng kính
5	2 	Giống như trên
6	1	Có thể dùng cả khi chạy dao hướng kính và hướng trục
	2	
	1 	
	2 	

(tiếp bảng 6-6)

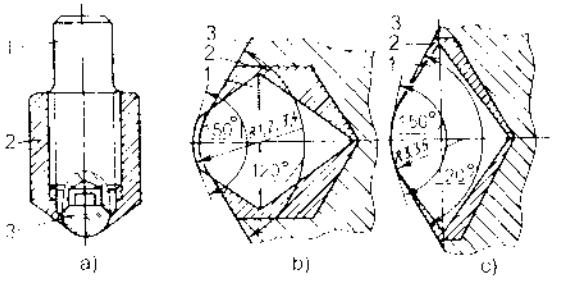
Loại	Hình dáng	Phạm vi sử dụng
7		Dùng lăn ép làm tăng bền bề mặt với chạy dao hướng trục
		
8		Lăn ép định kích thước, tăng bền bề mặt với chạy dao hướng trục
		
9		Dùng lăn ép làm tăng bền bề mặt với chạy dao hướng trục
		
10		Dùng lăn ép rãnh và đạt được độ nhám ổn định
		

(tiếp bảng 6-6)

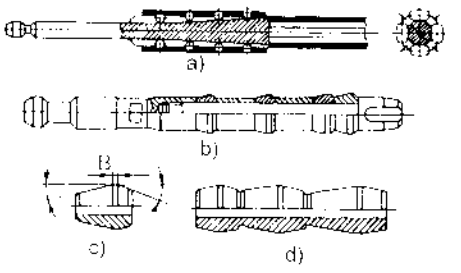
11	 	Dùng khi cần tạo đo nhám ổn định.
12	 	Dùng khi chà xát làm tăng bền bề mặt với chạy dao hướng kính.
13	 	Lăn ép định kích thước, tăng bền khi chạy dao hướng kính.
14	   	Dùng khi cần tạo đo nhám ổn định.

c) dụng cụ cà.

Dụng cụ cà được đặc trưng bởi vật liệu phần làm việc, dạng bề mặt phần làm việc, phương pháp kẹp phần làm việc lên thân dụng cụ (hình 6-3).



Hình 6-3. *Một số kết cấu dụng cụ cà và phương pháp kẹp phần làm việc của nó. a) Kẹp bằng ren; b); c) Kẹp bằng cách hàn: 1. Mũi cà; 2. Thân dụng cụ; 3. Phần kẹp*



Hình 6-4. *Dụng cụ nong lỗ.*
a) Dụng cụ nong ma sát lăn; b) Dụng cụ nong ma sát trượt; c) Răng đơn; d) Khối răng.
$\alpha = 3 \div 5^0$ (khi vật liệu vành răng bằng thép cacbon trung bình và cao: $\alpha = 4 \div 5^0$);
thép ít cacbon và thép hợp kim $\alpha = 3^0 30' \div 4^0$;
gang $\alpha = 2 \div 4^0$ và $\alpha_1 = 4 \div 5^0$; $B = 1 \div 3mm$

d) Dụng cụ nong lỗ.

Dụng cụ để gia công lỗ có tính chất làm việc tương tự dao chuốt lỗ, tuy nhiên khi gia công không cắt thành phoi (BDD), các vành răng của dụng cụ làm việc trong điều kiện ma sát trượt hoặc ma sát lăn, hình 6-4.

Trên hình 6-5 là một số kết cấu dụng cụ nong ma sát trượt.

Trên hình 6-6 là sơ đồ phân phối độ dôi nong cho mỗi vành răng theo chiều dài của dụng cụ, còn trên hình 6-7 là dụng cụ nong lỗ định hình răng thẳng hoặc răng xoắn.

4. Lăn ép bằng bi.

a) Sơ đồ gia công.

Lăn ép bằng bi có thể thực hiện để gia công mặt trụ ngoài, trụ trong, mặt phẳng, mặt định hình và các bề mặt lăn ép như hình 6-8.

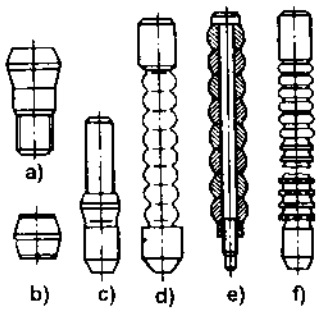
Tùy theo tính chất của bề mặt gia công mà vết tiếp xúc giữa mặt gia công và dụng cụ sẽ khác nhau.

Vết tiếp xúc khi gia công có dạng ellip mà trục dài nằm theo phương chạy dao. Diện tích vết tiếp xúc được tính gần đúng như sau:

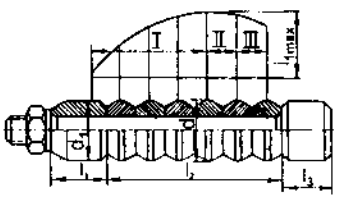
$$F_{tx} = \frac{8}{3}.R_{bi}.\sqrt{\frac{R_c}{R_c + R_{bi}}}\ \sqrt{(h_1 + \omega)\omega} + \omega + \frac{1}{4}\sqrt{\omega.h_1}\quad (mm^2)$$

Trong đó: R_C- bán kính chi tiết, mm.
R_{bi}- bán kính bi, mm.
h_1- biến dạng dư.
ω- biến dạng đàn hồi tại vết tiếp xúc.

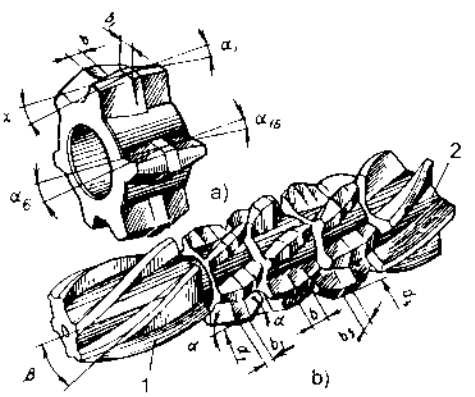
" + "- khi gia công mặt trụ ngoài.
" -" khi gia công lỗ trụ.

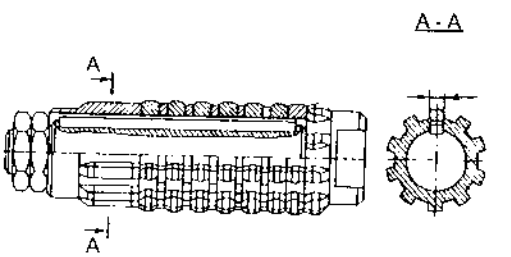


Hình 6-5. *Một số dụng cụ nong ma sát trượt.*
a; b; c - Dụng cụ nong 1 vành răng.
d;e;f - Dụng cụ nong nhiều vành răng

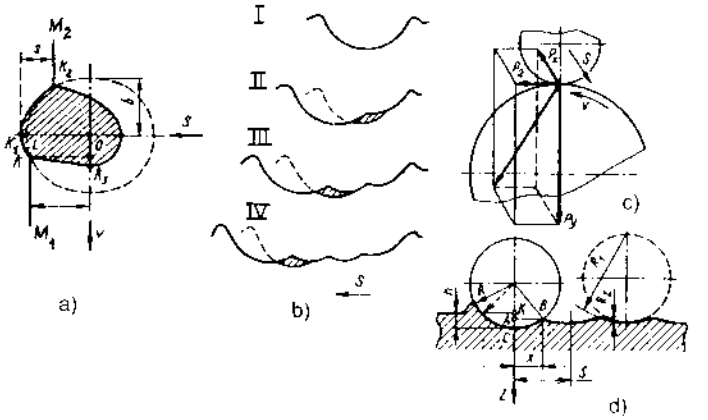


Hình 6-6. *Sơ đồ phân phối độ dôi nong cho từng răng*





Hình 6-7. *Dụng cụ nong lỗ định hình.*
a) Một vành răng thẳng; b) Nhiều vành răng xoắn; c) Nhiều vành răng thẳng.



Hình 6-8. *Bề mặt lăn ép bằng bi.*

a) Vết tiếp xúc giữa dụng cụ và mặt gia công.

b) Hình dạng bề mặt tế vi theo phương chuyển dao.

c) Sơ đồ tác dụng lực.

d) Sơ đồ để tính độ nhám Rz

Lăn ép chi tiết bằng thép hợp kim 55CM5ΦA (HRC 55 ÷ 58) bằng bi thép đã tôi có đường kính 6mm với lực tác động Py, các thông số h_1, ω, F_{tx}, p có giá trị như bảng 6-7.

Bảng 6-7. *Các thông số lăn ép bằng bi.*

P_y, N	h_1	ω	F_{tx}, mm^2	P, MPa
	mm			
500	0,0030	0,0175	0,078	1800
1000	0,0150	0,0276	0,424	2360
1500	0,0258	0,0365	0,582	2570
2000	0,0411	0,0442	0,741	2700
2500	0,063	0,0480	0,855	2690

Khi gia công các vật liệu khác nhau với chế độ cắt hợp lý (P=1200÷3000MPa); F_{tx}=0,4÷1,2mm^2; tỷ lệ P_Z:P_Y=0,07÷0,12; P_X:P_Y=0,05÷ 0,1).

Hình dạng hình học tế vi theo hướng chạy dao S sau mỗi vòng quay của phôi: Rz nhận được khi lăn ép bằng dụng cụ có R_b = 1,5÷2mm, với S = 0,04÷0,4mm/vòng có thể tính theo công thức sau:

$$R_Z \approx R_{bi} \quad \sqrt{R_{bi}^2 - \frac{S^2}{4}}; \qquad R_Z \approx \frac{S^2}{8.R_{bi}}$$

Khi tính đến biến dạng đàn hồi có thể xác định theo công thức:

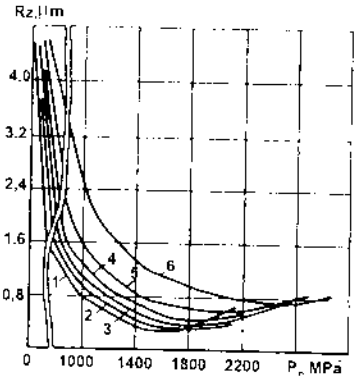
$$R_Z = \left[\frac{S^2}{8.R_{bi}} - (\omega_C - \omega_B)\right]$$

ω_C và ω_B - biến dạng đàn hồi tại điểm C và điểm B.

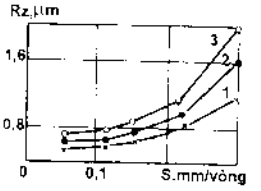
b) Chọn các thông số gia công.

Trên các hình từ 6-9 đến 6-17 thể hiện quan hệ giữa lớp bề mặt gia công với chế độ gia công.

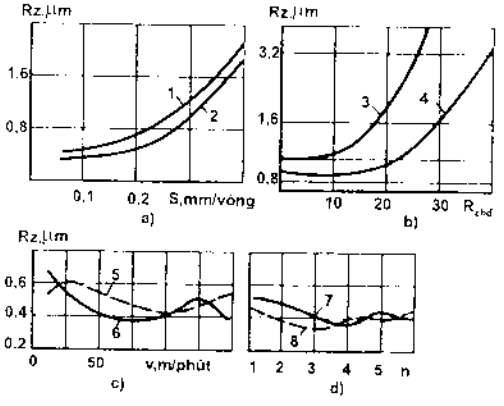
Các hình từ 6-9 đến 6-11 là quan hệ giữa độ nhám (Rz) của mặt gia công với áp lực lăn ép P_o (Mpa); với lượng chạy dao S (mm/vòng); với độ nhám bề mặt trước khi gia côngR_{Zbd}; với vận tốc lăn ép V (m/ph); với số hành trình lăn ép n (số lần chạy dao).



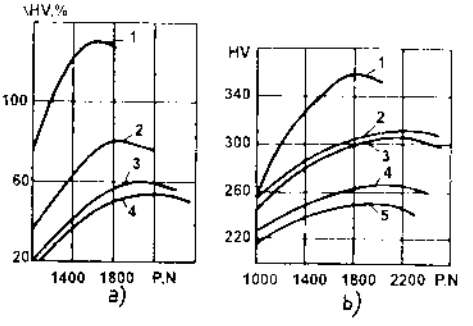
Hình 6-9. *Rz=f(P_0);*
D_{bi}=10mm;S=0,1mm/vg;V=80m/ph.
1- thép 20;2- thép IIIX15;3- thép 45;
4-thép20XH3A;5- Y8;6- thép 18XΓT



Hình 6-10. *Rz=f(P_S), khi lăn ép thép IIIX15 với P_0=1500Mpa;V=80m/ph*
1- D_{bi}=40mm; 2-D_{bi}=20mm;
3- D_{bi}=9,4mm

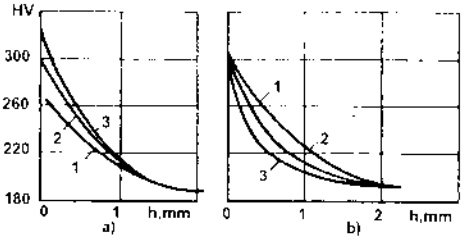


Hình 6-11. *Sự phụ thuộc của Rz vào một số yếu tố.*
a) Phụ thuộc vào S; b) Phụ thuộc vàoR_{Zbd};
c) Phụ thuộc vào V; d) Phụ thuộc vào n;
1; 5; 7- thép 45; 2; 6; 8- thép 20; 3- thép 45 khi P_0=1200MPa; 4- thép 45 khi P =1700MPa

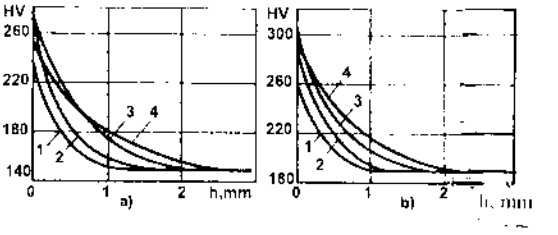


Hình 6-12 *Độ cứng bề mặt sau lăn ép phụ thuộc P_0*
a) Lượng tăng độ cứng tương đối của vật liệu.
1- sắt; 2- thép 20; 3. thép 45;
4- thépY8
b) Độ cứng bề mặt lăn ép của thép hợp kim.
1-25X2M1Φ; 2- 14X2H3MA;
3- IIIX15; 4- 20XH3A; 5- thép 40X

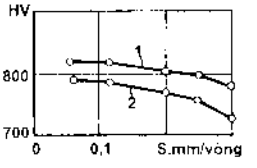
Trên các hình 6-12 ÷ 6-15 là quan hệ giữa độ cứng bề mặt sau gia công với các yếu tố áp lực lăn ép P_o (Mpa); với vận tốc lăn ép V (m/ph); với số hành trình lăn ép n (số lần chạy dao).



Hình 6-14. *Độ cứng phân bố theo chiều sâu lớp bề mặt lăn ép của thép 45.*
a) phụ thuộc vào số hành trình lăn ép n.
1- n=1; 2- n=3; 3- n=6
b) phụ thuộc vào vận tốc lăn ép V.
1- V=12m/ph; 2- V=50m/ph; 3- V=180m/ph.

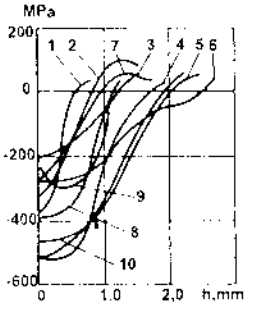


Hình 6-13. *Độ cứng phân bố theo chiều sâu lớp bề mặt phụ thuộc P*
a) thép 20; b) thép 45.
1- P=1400MPa; 2- P=1750MPa;
3- P=2250MPa; 4- P=2500MPa;

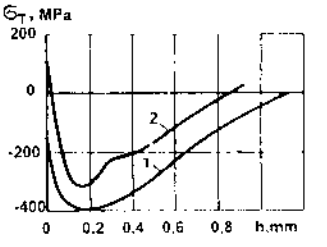


Hình 6-15. *Độ cứng bề mặt lăn ép thép ШX15 phụ thuộc P.*
1- P = 2800Mpa; 2- P = 2200MPa

Trên hình 6-16 và hình 6-17 là sự phân bố ứng suất dư bề mặt lăn ép.



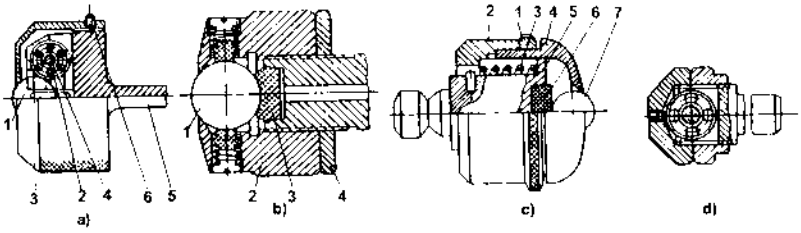
Hình 6-16. *Sự phân bố ứng suất dư bề mặt lăn ép một số thép.*
1÷4 - thép 14X2H3MA; 2 ÷ 5- thép Y8
3 ÷ 6- thép 20; với
1, 2, 3- 140MPa; 4, 5, 6- 250Mpa
7÷10- thép 45;
với 7- P=1400MPa; 8- P=750MPa;
9- P=2500MPa; 10- P=1500MPa;
D_b = 10mm



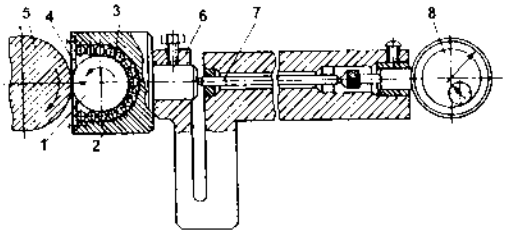
Hình 6-17. *Ứng suất dư trong thép 12X18H9T, khi lăn ép bằng bi phụ thuộc vận tốc lăn ép.*
1- V=40m/ph; 2- V=120m/ph.
Với D_{bi}=5mm; P_{tt} = 500N

c) Một số dụng cụ để lăn ép bằng bi.

* Dụng cụ lăn ép mặt trụ ngoài bằng một hoặc nhiều bi, lực ma sát giữa bi và gối tỳ phải bé hơn lực ma sát giữa bi và vật gia công.

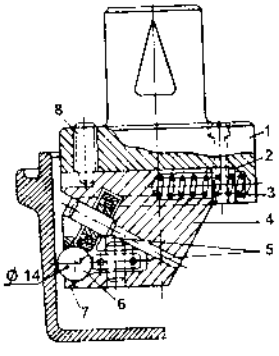


Hình 6-18. *Đầu lăn ép bi.*
a) Tỳ vào ổ bi. 1- viên bi; 2- ổ bi; 3- nắp; 4- trục; 5- vỏ; 6- chốt.
b) Tỳ vào chất dẻo. 1- bi; 2- vỏ; 3- chất dẻo; 4- đai ốc.
c) Với kết cấu tự lựa; d) Lăn ép bằng vành bi.



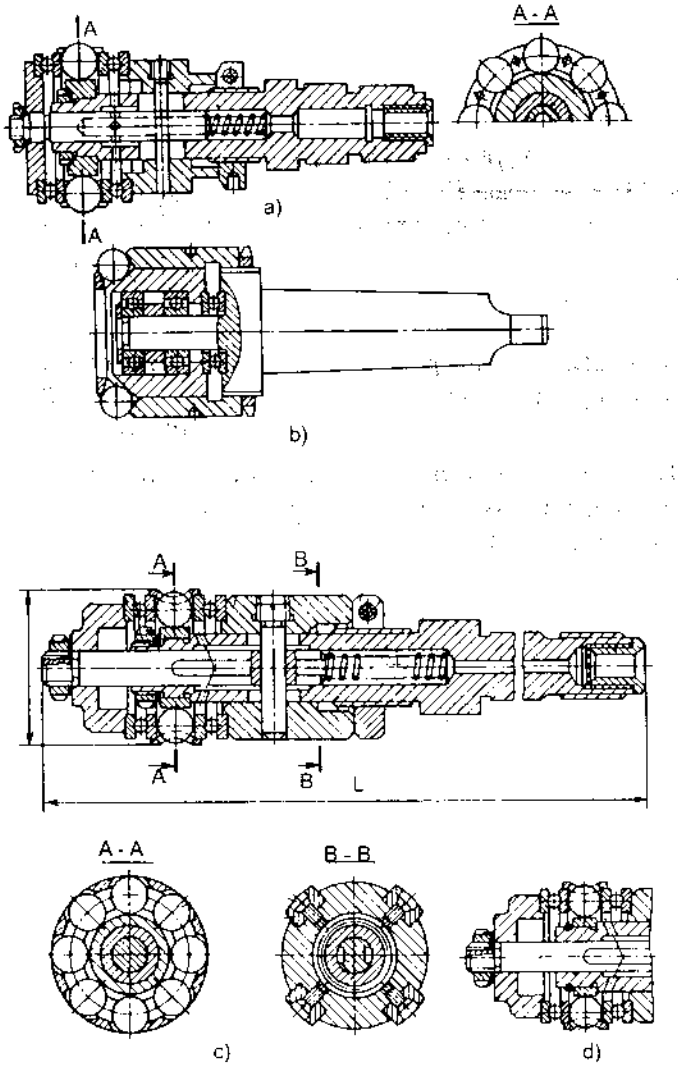
Hình 6-19. *Đầu lăn ép một bi tỳ vào vành bi có đường kính nhỏ hơn.*
1- bi; 2- vỏ; 3- vành tỳ bi; 4- nắp; 5- phôi; 6- đế kẹp đàn hồi; 7- ty; 8- vít.

* Dụng cụ lăn ép lỗ thường dùng nguyên lý gia công nhiều bi đàn hồi và nong. Trong một số trường hợp, dùng một bi nhưng có thể điều chỉnh kích thước đường kính gia công (hình 6-20 là dụng cụ có thể gia công được lỗ gang tới D=420; L=125mm).



Hình 6-20. *Dụng cụ lăn ép lỗ một bi đàn hồi.*
1- trục; 2- dẫn hướng; 3- lò xo; 4- vỏ; 5- ổ bi; 6- bi; 7- miếng chặn; 8- vít.

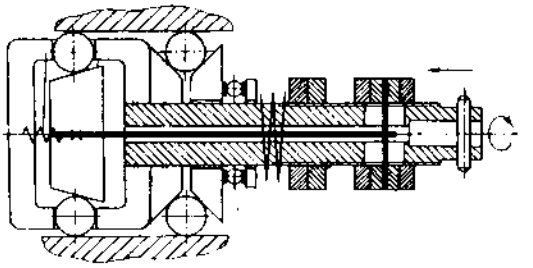
Điều chỉnh đường kính lăn ép bằng cách xê dịch bi trong vỏ hoặc các cơ cấu khác. Trên hình 6-21 là một số dụng cụ gia công lỗ.



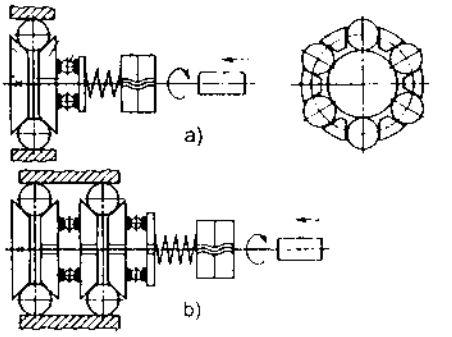
Hình 6-21. *Dụng cụ lăn ép điều chỉnh để gia công lỗ.*
a) Gia công lỗ thông; b) Gia công lỗ sâu;
c) Gia công lỗ thông với d > 55mm; d) Gia công lỗ thông với d < 55mm.

Trên hình 6-22 là đầu lăn ép phối hợp gồm hai dãy bi, một cứng và một đàn hồi. Còn trên hình 6-23 là đầu nong một dãy bi và hai dãy bi đàn

hồi. Trên các đầu lăn bi này, ngoài lò xo để xê dịch côn (nhằm đẩy bi theo hướng kính) người ta còn dùng khí nén.

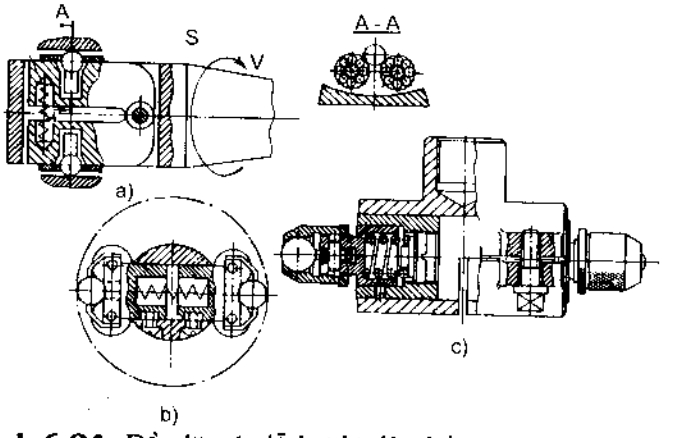


Hình 6-22. *Đầu lăn ép phối hợp hai dãy bi*



Hình 6-23. *Đầu lăn ép bi tác động đàn hồi*
a) một dãy bi; b) hai dãy bi

Để gia công lỗ trên các thành vách mỏng của chi tiết kém cứng vững, trong sản xuất loạt nhỏ và trung bình đôi khi người ta dùng đầu lăn ép hai bi như hình 6-24.



Hình 6-24. *Đầu lăn ép lỗ hai bi đàn hồi.*
a) d=50÷90mm; b) d=90÷140mm; c) d=150÷400mm.

* Dụng cụ lăn ép mặt phẳng.

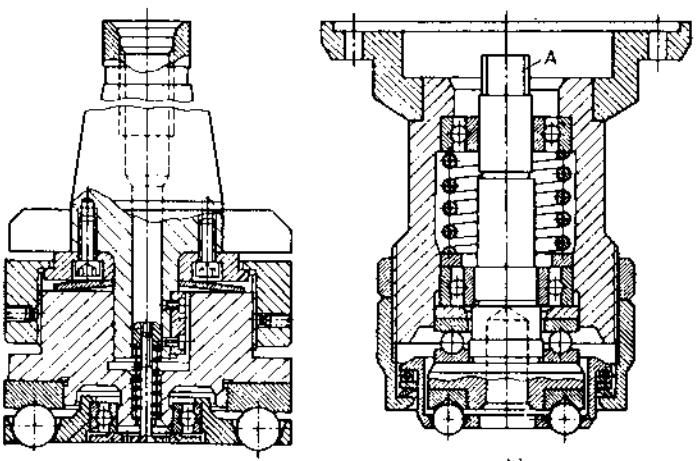
Để gia công mặt phẳng thường dùng đầu lăn ép cứng và đầu lăn ép tác động đàn hồi. Dùng đầu cứng sai lệch về độ phẳng sẽ nhỏ hơn nhưng chỉ sử dụng được khi máy có đủ độ cứng vững. Kết cấu của đầu lăn ép mặt phẳng như hình 6-25.

Chất lượng bề mặt khi gia công thép CT3, thép 45 và gang xám GX21-40 sau khi đã phay phụ thuộc vào vận tốc lăn ép V, lượng chạy dao S, đường kính bi D_{bi}, lực pháp tuyến P_Y và số hành trình lăn ép n.

Mức độ cứng nguội và chiều sâu lớp cứng nguội tăng khoảng 20÷50% so với ban đầu khi vận tốc lăn ép lớn hơn 100m/ph.(bảng 6-9).

Bảng 6-8. *Các thông số cơ bản khi nong bằng các đầu nong khác nhau.*

Thông số	Đường kính lỗ gia công D, mm			
	30 — 50	60 — 130	130 — 160	165 — 400
Lực lăn ép P,N	300	600	500	800
Lượng chạy dao S, mm/vg	0,15÷ 0,25	0,3÷0,2	0,2÷0,3	0,3÷0,5
Vận tốc lăn ép V, m/ph	50÷60	50÷60	50÷60	50÷60
Chiều cao nhấp nhô, Ra, μm				
- Chưa gia công	1,6÷1,3	1,6÷6,3	1,6÷6,3	1,6÷6,3
- Sau gia công	0,2÷0,6	0,2÷0,4	0,1÷0,2	0,2÷0,4

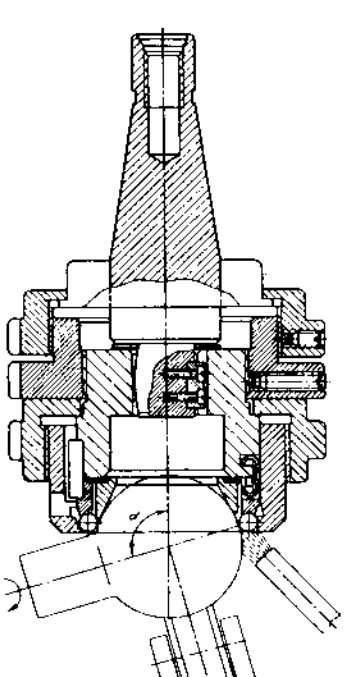


a) b)

Hình 6-25. *Đầu lăn ép mặt phẳng.*
a) Loại lắp vào lỗ côn trục chính.
b) Loại lắp vào mặt bích của trục chính.

Bảng 6-9. *Các thông số công nghệ tối ưu khi gia công mặt phẳng.*

Vật liệu gia công	V m/ph	S mm/vòng	D_{bi}, mm	P, N
Thép CT3	200	0,05	15,0	1000
Thép 45	100			
Gang	100	0,2		750
Số hành trình lăn ép n = 1; D_{bi}- đường kính bi; P- lực ấn lên bi				



Hình 6-26. *Đầu lăn ép mặt cầu trên máy phay đứng.*

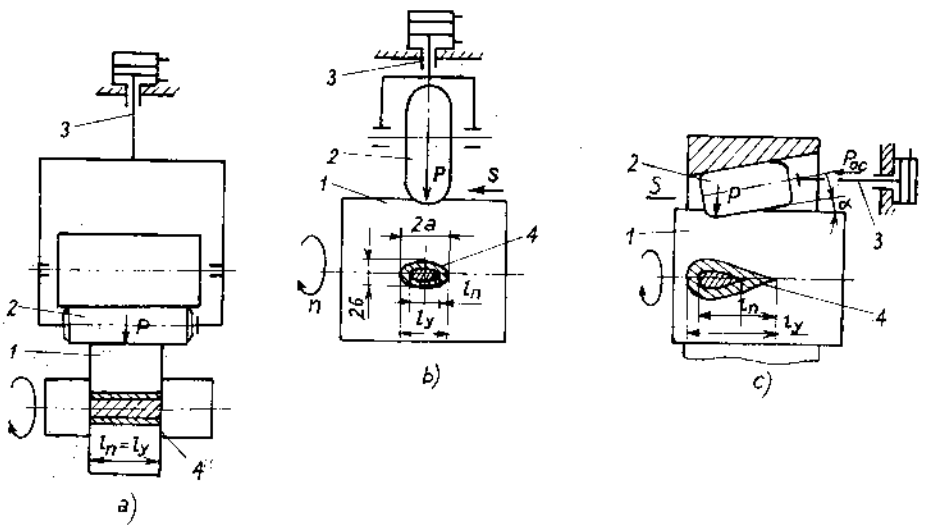
* Dụng cụ lăn ép mặt định hình.

Gia công định hình bằng lăn ép có thể thực hiện theo phương pháp chép hình hoặc đường viền chuyển động. Khi lăn ép mặt cầu, có thể dùng đầu lăn ép nhiều bi (hình 6-26), thực hiện trên máy phay đứng. Chuyển động chạy dao được thực hiện nhờ một đồ gá quay trên đó gá đặt vật gia công. Đồ gá quay này lắp trên bàn máy.

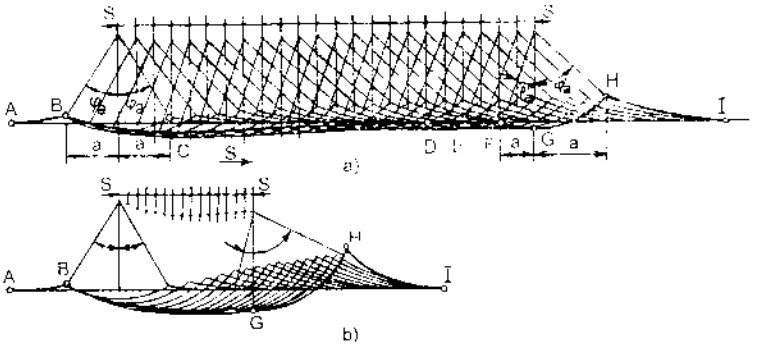
5. Lăn ép mặt trụ ngoài bằng con lăn.

a) Sơ đồ gia công.

Khi lăn ép bằng con lăn, hình dáng, kích thước của con lăn chọn theo bảng 6-6. Những con lăn đó được đặt nghiêng so với đường tâm chi tiết một góc α. Lúc đó hình dáng vết tiếp xúc phụ thuộc vào hình dáng con lăn, độ cong của chi tiết và góc α (hình 6-27). φ_a - góc ép của con lăn. Phía trước của con lăn tạo nên gợn sóng biến dạng kim loại. Còn chiều rộng rãnh tiếp xúc làm tăng lực cản.



Hình 6-27. *Sơ đồ lăn ép bằng con lăn.*
a) con lăn trụ không chuyển động hướng trục; b) con lăn có prôphin tròn; c) con lăn trụ hoặc côn đặt nghiêng một góc α so với mặt gia công. 1- chi tiết gia công; 2- con lăn; 3- hệ thống gây áp lực; 4- vết tiếp xúc; P- lực pháp tuyến; P_0- lực hướng trục; l_n- chiều dài biến dạng dẻo; l_Y- chiều dài vết biến dạng đàn hồi; S- lượng chạy dao.



Hình 6-28. *Sơ đồ biến dạng mặt gia công khi lăn ép bằng con lăn có chạy dao hướng trục S; 2a- chiều rộng vết tiếp xúc.*
a) quá trình bình thường; b) quá trình không ổn định.
2a= l_k- chiều rộng rãnh biến dạng (mm);
S- lượng chạy dao, mm/vòng.

Chiều rộng rãnh biến dạng được xác định theo công thức

$$l_k = 4.\sqrt{\frac{P}{HB}}$$

P- lực lăn ép, N.
HB- độ cứng vật liệu gia công.

Số chu trình tăng tải N:

$$N = \frac{l_k.Z}{S}.k$$

Z- số con lăn.
k- số hành trình lăn ép.

Bảng 6-10 là chiều rộng rãnh biến dạng l_k của một số vật liệu theo tính toán và theo thực nghiệm.

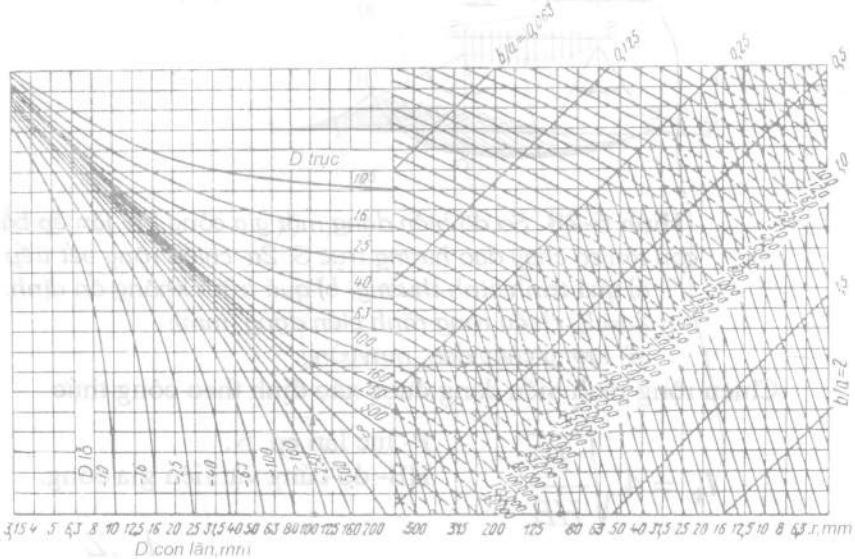
Bảng 6-10. *Chế độ lăn ép mặt trụ ngoài bằng con lăn.*

Vật liệu gia công	HB	D_{CT}	d	r,	P	S	h	b,mm	
		mm			(N)	mm/vg	mm	thực nghiệm	Tính toán
AJ15	84	114	50	54 16 5,5	6000	0,61 0,43 0,3	0,04 0,08 0,18	12 12 11,2	10,8
Thep 20	131	115	50	54 5,5	8.400	1,04 0,30	0,02 0,18	9,3 9,5	10
CT5	180	300	105	3	15.000	0,3	0,3	12	11,5
Thép 50	196	235 235 475	105	10 12 10	60.000	0,5	0,7 0,5 0,45	Bề mặt bị phá hỏng 20 22	 22 22
34XH3M	270	500	105	10	59.500	0,5	0,4	18	18

D_{CT} - đường kính chi tiết, mm d- đường kính con lăn, mm; r- bán kính cong con lăn; P- lực lăn ép,N; S- lương chay dao, mm/vòng; h- chiều sâu rãnh, mm; b- chiều rong rãnh, mm.

b) Chọn các thông số lăn ép.

Khi lăn ép, lực lăn ép ảnh hưởng tới nhiều yếu tố. Vì vậy cần thực hiện với lực lăn ép nhỏ nhất và có năng suất cao nhất.



Hình 6-29. *Toán đồ biểu thị sự phụ thuộc của lực lăn ép P vào đường kính con lăn D, bán kính của dạng con lăn r và đường kính chi tiết gia công D_{ct} đối với thép 20 (HB 140).*

φ'_a- góc ép phía trước con lăn và φ''_a - góc ép phía sau con lăn, chúng có ảnh hưởng trực tiếp đến lực cắt (hình 6-28). Mật độ áp suất sẽ tăng lên đột ngột khi tăng φ_a. Trong đa số các trường hợp giá trị hợp lý của $\varphi_a = 2 \div 3^0$ và $\varphi_{a,max} = 5^0$.

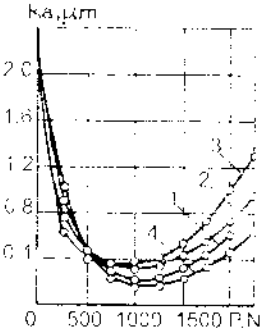
Trên hình 6-29 là toán đồ lực lăn ép biểu thị bằng các đường liên tục, ứng với $\varphi_a = 2^0 30'$ khi b : a = 0,25.

Độ nhám bề mặt gia công Ra phụ thuộc vào lực lăn ép Pa, lượng chạy dao dọc S của con lăn và độ nhám bề mặt trước khi gia công Rz .

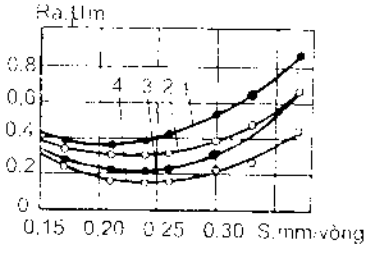
Phần lớn quá trình lăn ép các bề mặt được thực hiện trong 1 hành trình lăn ép. Tuy vậy đôi khi người ta có thể thực hiện trong 2 hoặc 3 hành trình lăn ép. Trên các hình 6-30a; b và 6-31 là sự phụ thuộc của Ra vào lực ép P, lượng chạy dao dọc S và độ nhám bề mặt trước khi gia công Rz .

Như vậy ảnh hưởng của lực lăn ép P (N) và lượng chạy dao S (mm/vòng) đến Ra có dạng đường cong lõm tồn tại cực tiểu Ra min.

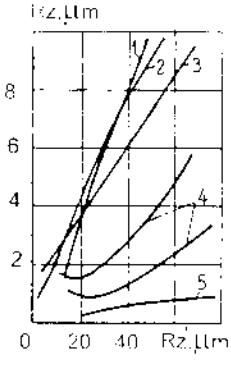
Do đó, căn cứ vào yêu cầu công nghệ (Ra cần đạt) có thể chọn chế độ gia công (P và S) hợp lý sao cho có Ra cần thiết mà năng suất là cao nhất. Việc chọn lượng chạy dao thích hợp có thể căn cứ vào bảng 6-11, còn lực ép hợp lý tùy theo vật liệu gia công và kích thước gia công theo bảng 6-12.



Hình 6-30a. *Ra = f(P) con lăn prôphin cầu.*
1- thép 45; 2- thép35; 3- thép 15; 4-thép 45Г2; S=0,21mm/vòng;
n = 300v/ph ;D_{ct}=130mm; d=40mm; r = 20mm



Hình 6-30b. *Ra = f(S) lượng chạy dao dọc S*
1- thép 45; 2- thép35; 3- thép 15; 4-thép 45Г2; P=1000N
n = 300vòng/ph; D_{ct}=130mm; d=40mm; r = 20mm



Hình 6-31. *Sự phụ thuộc của độ nhám bề mặt gia công vào độ nhám bề mặt trước gia công Rz = f (Rz)*
1; 2- thép tôi (HRC=45-50); 3- thép 45 (HRC > 32-34)
4- hợp kim nhôm (HB=120-180); 5- đồng thau.

Bảng 6-11. *Lượng chạy dao S (mm/vòng) khi gia công bằng con lăn prôphin tròn.*

Prophin hoặc bán kính con lăn	Độ nhám yêu cầu sau khi gia công Ra, μm						
	0,63			0,32		0,16	
	Độ nhám yêu cầu trước khi gia công Rz, μm						
	5,0	2,5	1,25	2,5	1,25	1,25	0,63
5	0,07	0,15	0,30	0,07	0,15	0,07	0,15
6,3	0,09	0,18	0,36	0,09	0,18	0,09	0,17
8	0,12	0,23	0,46	0,12	0,23	0,12	0,19
10	0,15	0,29	0,56	0,15	0,29	0,15	0,21
12,5	0,18	0,37	0,64	0,18	0,34	0,18	0,24
16	0,23	0,47	0,72	0,23	0,39	0,23	0,27
20	0,29	0,58	0,80	0,29	0,42	0,29	0,30
25	0,37	0,83	0,88	0,37	0,48	0,35	0,35
32	0,47	0,94	1,00	0,47	0,54	0,39	0,39
40	0,58	1,12	1,12	0,58	0,60	0,43	0,43
50	0,74	1,24	1,24	0,66	0,66	0,48	0,48
63	0,92	1,40	1,40	0,72	0,72	0,54	0,54
80	1,17	1,60	1,60	0,84	0,84	0,60	0,60
100	1,45	1,80	1,80	0,96	0,96	0,66	0,66
125	1,80	2,0	2,0	1,05	1,05	0,75	0,75
160	2,25	2,25	2,25	1,23	1,23	0,85	0,85
200	2,55	2,55	2,55	1,35	1,35	0,95	0,95
250	2,9	2,9	2,9	1,55	1,55	1,10	1,10
320	3,2	3,2	3,2	1,70	1,70	1,20	1,20
400	3,6	3,6	3,6	1,90	1,90	1,40	1,40
500	4,0	4,0	4,0	2,20	2,20	1,55	1,55
630	4,6	4,6	4,6	2,40	2,40	1,70	1,55

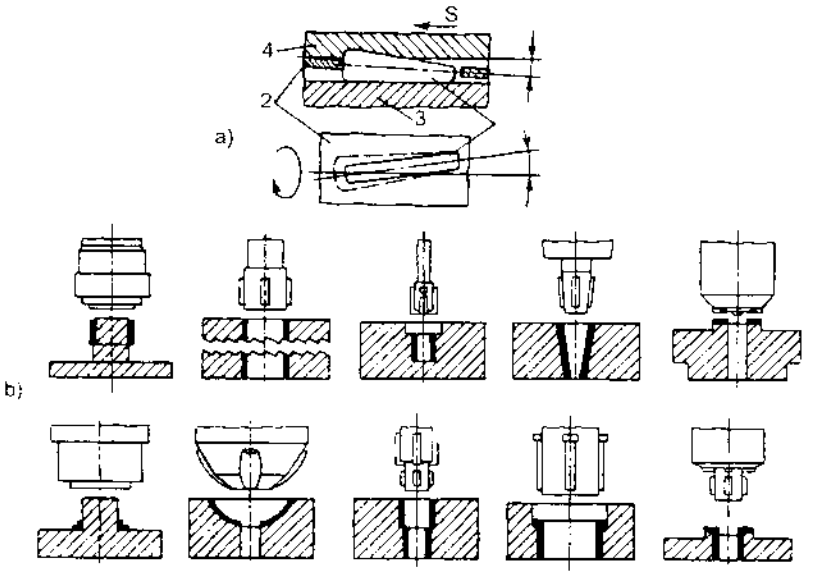
Bảng 6-12. *Lực cán bằng con lăn trụ sau một hành trình S=0,04-0,08 mm/vòng - thép kết cấu.*

Vật liệu gia công	σ_B, MPa	Đường kính mặt gia công, mm	Lực hướng kính P, N		
			D_P=100mm r = 3mm	D_P=100mm r = 2,5mm	D_P=80mm r = 3mm
30ХГСНА	1500-1800	12-25	2200	1600	1600
		26-50	2800	2100	1200
		51-100	3600	2600	2600
		101-150	4000	3100	3100
		151-200	4600	3600	3600
ВНС5	1400-1600	12-25	1200	-	-
		26-50	1600	-	-
		51-100	2000	-	-
16ХН16	1100-1400	12-25	1000	800	-
		26-30	1400	1100	-
30ХГСА	1100-1300	12-25	1000	800	800
		26-50	1400	1000	1000
		51-100	1800	1400	1400
		101-150	2300	1800	1800
40ХН2МА	1100-1300	12-25	1100	900	900
		26-50	1500	1300	1300
		51-100	1900	1700	1700

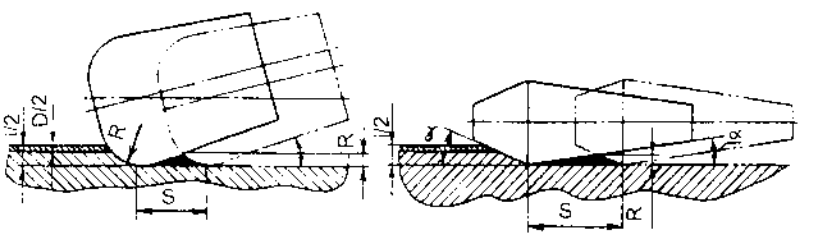
6. Lăn ép lỗ bằng các con lăn.

a) Đặc điểm.

Để lăn ép lỗ bằng con lăn, trên dụng cụ lăn ép có thể cơ cấu ống ngăn cách (vòng cách) hoặc không có vòng cách. Thông thường cơ cấu có vòng cách được dùng nhiều hơn. Số lượng con lăn được dùng từ 3 ÷ 20 phân bố đều trong vòng cách (tùy thuộc đường kính lỗ lăn ép) và được đặt nghiêng một góc φ so với đường tâm lỗ gia công (hình 6-32a). Tuỳ thuộc yêu cầu gia công, lăn ép lỗ có các dạng chính như hình 6-32b.



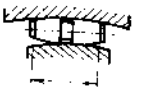
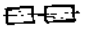
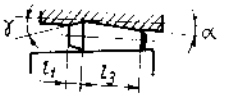
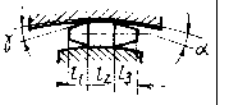
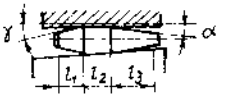
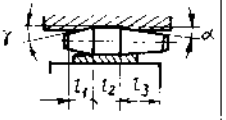
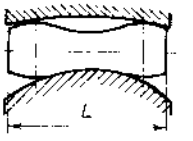
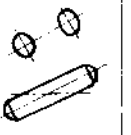
Hình 6-32. *Lăn ép lỗ bằng dụng cụ có vòng cách.*
a) Sơ đồ gia công. 1- con lăn; 2- vòng cách; 3- côn đỡ; 4- chi tiết gia công.
b) Các dạng lăn ép lỗ.



Hình 6-33. *Sơ đồ hình thành nhấp nhô tế vi khi lăn ép lỗ bằng các dạng con lăn khác nhau.*
S_p- lượng chạy dao dọc; ΔD- lượng tăng đường kính sau lăn ép; i- độ dôi; α- góc ép; γ- góc biến dạng (góc nghiêng của con lăn).

Các thông số gia công, năng suất và tuổi bền của vòng cách phụ thuộc vào hình dạng của con lăn. Các dạng con lăn thường sử dụng cho trong bảng 6-13.

Bảng 6-13. *Các dạng con lăn của dụng cụ lăn ép có vòng cách.*

Nhóm	Dạng con lăn	Vết tiếp xúc	Nhóm	Dạng con lăn	Vết tiếp xúc
I			V		
II			VI		
III			VII		
IV			VIII		

α - góc ép; γ - góc biến dạng (góc nghiêng của con lăn); L - chiều dài con lăn; l_1- chiều dài góc nghiêng của con lăn; l_2- chiều dài sửa đúng của con lăn; l_3 - chiều dài phần thoát của con lăn.
- Nhóm I và II có nhược điểm là vận tốc trên con lăn và côn đỡ có giá trị khác nhau dọc theo chiều dài con lăn làm điều kiện gia công xấu đi và con lăn mòn nhanh.
- Nhóm III tạo nên vết tiếp xúc dài.
- Nhóm IV ÷ VIII ít dùng vì chế tạo con lăn rất phức tạp.

b) Chọn chế độ gia công.

Khi lăn ép bằng dụng cụ có vòng cách lửng, chất lượng gia công phụ thuộc các yếu tố chính sau:

- Hình dáng, kích thước và số lượng con lăn.
- Góc ép α (°) của con lăn; góc nghiêng γ (°) của con lăn.
- Độ dôi i;
- Lượng chạy dao dọc S ;
- Tốc độ gia công ;
- Số hành trình gia công n;
- Dung dịch trơn nguội.

Hình dáng con lăn chọn theo bảng 6-13; với đường kính con lăn

d = 2 ÷ 20mm. Khi đường kính lỗ gia công nhỏ, D = 4 ÷ 6mm có thể nâng cao tính bền bề mặt và giảm độ nhám (hình 6-34).

Đường kính con lăn d phụ thuộc vào đường kính lỗ gia công D có thể chọn như sau:

D, mm	6 ÷ 15	15 ÷ 20	20 ÷ 30	30 ÷ 40	40 ÷ 100	100÷200	200÷300
d, mm	2	3	4	6	8	10	12

Chiều dài con lăn khoảng L ≈ 4 ÷ 25mm; riêng l_1 có giá trị nhỏ nhất (bảng 6-13) l_{1min}= 5i ; l_2= (0,5 ÷ 1)d; l_3 phụ thuộc vào góc α , đa số các trường hợp $l_3 \approx l_2$.

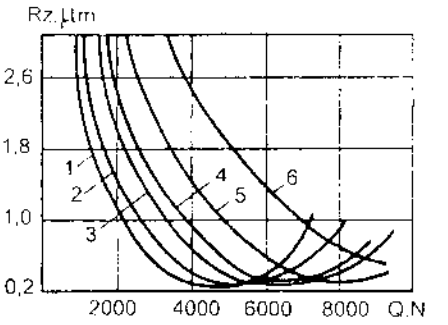
Góc α có quan hệ đến góc côn làm việc α_P và góc của côn đỡ α_K:

$$\alpha = \alpha_P - \alpha_K \qquad \text{trong đó: } \alpha_P = 3^0$$

Khi gia công các vật liệu khác nhau, tùy thuộc độ cứng vững của chi tiết, góc α có thể chọn theo bảng 6-14.

Số con lăn Z có thể lớn đến mức cho phép tùy thuộc lỗ gia công. Khi Z càng lớn, năng suất càng cao và dễ điều chỉnh thì:

$$Z = \pi.D - \frac{d}{d+b} \qquad \text{trong đó b = 8 ÷ 12mm}$$



Hình 6-34. *Độ nhám bề mặt Rz phụ thuộc lực hướng kính Q khi đường kính con lăn khác nhau.*
1- 8mm; 2- 10mm; 3- 13mm;
4- 15mm;5- 20mm; 6- 30mm
(vật liệu thép 45, HB=170-200
Trước gia công Rz = 12µm; D=100mm;
S=0,084mm/vòng; α = 0°40')

Bảng 6-14. *Góc ép α khi lăn ép.*

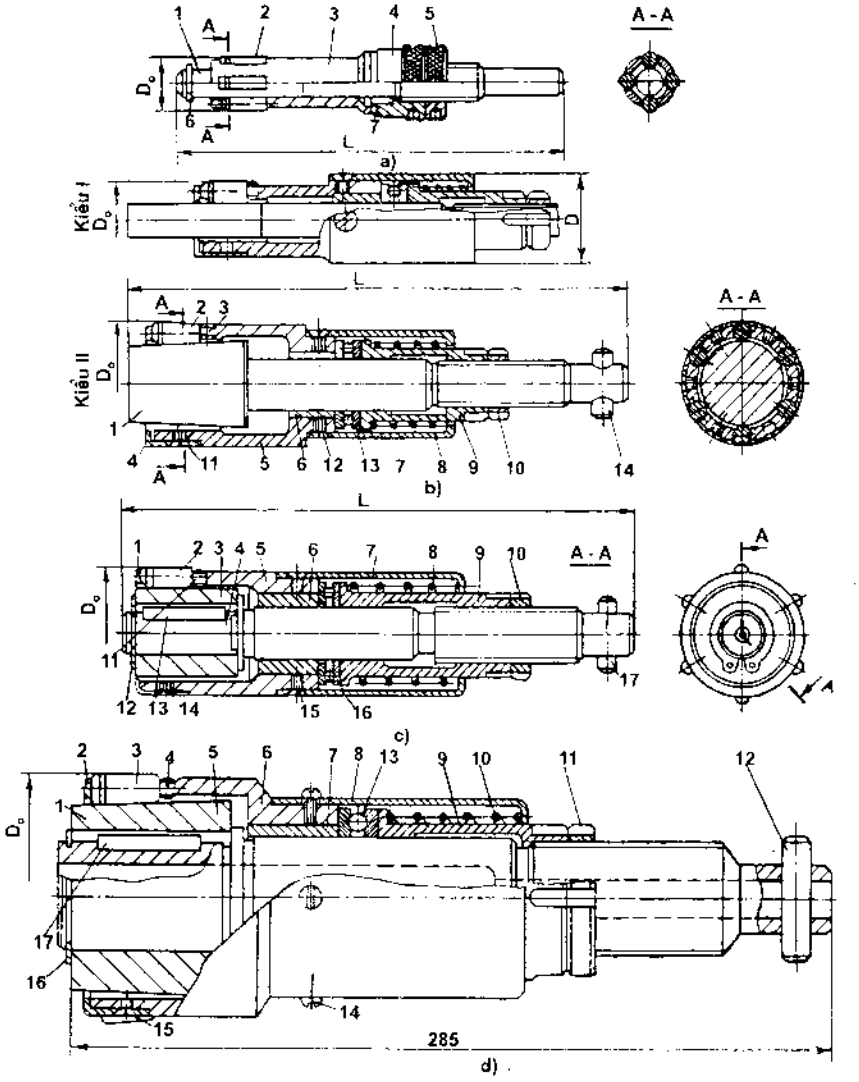
Vật liệu gia công	Độ cứng vững chi tiết	
	Cao	Thấp
Thép không tôi, hợp kim đồng thau	10' - 30'	30'-50'
Thép tôi	15' - 40'	40'-1°
Gang	50'-1°30'	1°10'-1°40'

Bảng 6-15 cho độ dôi khi lăn ép lỗ bằng con lăn có vòng cách khi gia công thép 10, thép 20, thép 30, thép 45 và thép 40X (chưa tôi).

Lượng dư khi lăn ép lỗ có đường kính D = Φ15 ÷ Φ100mm, tùy thuộc vào vật liệu gia công, tình trạng bề mặt trước khi lăn ép có thể chọn theo bảng 6-16.

Để đạt được độ nhám theo yêu cầu sau lăn ép, ngoài thông số R_{bd} của độ nhám bề mặt trước khi gia công còn phải quan tâm đến dung sai kích thước và độ nhám bề mặt lỗ cần gia công; các thông số này chọn trong bảng 6-17.

Lượng chạy dao trên 1 con lăn S_P phụ thuộc vào vật liệu gia công, độ nhám yêu cầu sau lăn ép Ra cho trong bảng 6-18.



Hình 6-35. *Dụng cụ lăn ép để gia công lỗ có đường kính khác nhau.*

a) d=6÷20mm; 1- côn đỡ; 2- con lăn; 3- trụ ngăn cách; 4và 5- đai ốc; 6- vòng đệm; 7- vành chặn.

b) d=21÷49mm; 1- côn đỡ; 2- con lăn; con lăn đỡ; 4- nắp; 5- vòng cách; 6- bạc; 7- cốc; 8- lò xo; 9và 10- đai ốc; 11 và 12 vít; 13- ổ bi; 14- chốt nối.

c) d=50÷85mm; 1- nắp; 2- con lăn; 3- côn đỡ; 4- trục; 5- vòng cách;6- bạc; 7- cốc; 8- lò xo; 9;10- đai ốc; 11- con lăn đỡ;- 12 vòng đệm; 13- then; 14;15 vít; 16- ổ bi;17- chốt nối.

d) d=90÷100mm; 1 trục; 2- nắp; 3- con lăn; 4- con lăn đỡ; 5- côn đỡ; 6- vòng cách; 7- bạc; 8- cốc; 9; 11- đai ốc; 10- lò xo; 12- chốt nối; 13- ổ bi; 14;15- vít; 16- vành đệm; 17- then./.

Bảng 6-15. *Độ dôi i khi lăn ép lỗ bằng con lăn có vòng cách.*

Độ nhám trước lăn ép $R_{bđ}$, µm	Độ nhám sau lăn ép Ra, µm			
	0,32	0,16	0,08	0,04
1,25	0,01 — 0,04	0,015 — 0,05	0,02 — 0,06	0,02 — 0,08
2,5	0,03 — 0,06	0,04 — 0,07	0,06 — 0,09	0,08 — 0,11
5	0,06 — 0,10	0,08 — 0,13	0,09 — 0,16	0,14 — 0,19
10	0,12 — 0,17	0,14 — 0,19	0,17 — 0,22	0,19 — 0,24
20	0,15 — 0,22	0,18 — 0,23	0,21 — 0,27	-

Bảng 6-16. *Lượng dư lăn ép phụ thuộc tình trạng bề mặt trước khi gia công.*

Tình trạng bề mặt trước khi lăn ép				Độ nhám sau lăn ép Ra, µm	Lương dư theo đường kính mm
HRC	Vật liệu	Phương pháp gia công trước lăn ép	Độ nhám $R_{bđ}$, µm		
27-32	Thép 10	Mài	0,32	0,02	0,03-0,006
	Thép 20	Mài	0,63	0,02	0,05-0,01
	Thép 30	Mài	1,25	0,04	0,01-0,03
	Thép45	Tiện	2,5	0,04	0,03-0,06
	Thép 45	Mài	0,32	0,08	0,03-0,06
32-40	Thép 40	Mài	1,25	0,08	0,03-0,08
	Thép40X	Tiện	2,5	0,04	0,03-0,06

Bảng 6-17. *Dung sai đường kính lỗ (Δδ, µm) trước lăn ép.*

Độ nhám trước lăn ep $R_{bđ}$, µm	Độ nhám cần gia công Ra,µm			
	0,32	0,16	0,08	0,04
	Δδ, µm			
1,25	0,045	0,003	0,02	0,01
2,5	0,05	0,04	0,035	0,015
5,0	0,06	0,05	0,045	0,03
10,0	0,065	0,055	0,05	0,04

Bảng 6-18. *Lượng chạy dao S_P trên 1 con lăn, mm/con lăn*

Vật liệu gia công	Ra µm	S_P *mm/con lăn*
Thép không tôi	0,04-0,08	0,1-0,3
Hợp kim nhôm;hợp kim từ tính; đồng thau	0,16-0,32	0,2-0,4
Thép có HRC 28 - 37	0,63-0,125	0,4-0,5
Gang	0,32-0,125	0,1-0,2

Bảng 6-19. *Chế độ lăn ép lỗ bằng dụng cụ có trụ ngăn cách lửng.*

Vật liệu gia công	D	Lương dư	i	S	V	n
	mm			mm/vòng	m/ph	
Hợp kim nhôm Д16T; B93;B95	6-12	0,015-0,02	0,03-0,05	0,5-0,8	10-20	1
	12-20		0,04-0,06	0,3-0,5		1
	20-40	0,02-0,03	$0,06^{+0,02}_{0,02}$	0,3-0,4	20-25	2
	40-60		$0,08^{+0,02}$		20-30	2
	60-80	0,03-0,04	$0,10^{+0,02}$		20-50	2
σ_B=300-600MPa	80-100		$0,10^{+0,03}$		40-60	2
Đồng thau БрАЖН-10-4-4 БрАЖМЦ10-3-1,5 σ_B=500-700MPa	20-40	0,01-0,015	0,06-0,1	0,15-0,2	20-25	1
	40-60	0,015-0,02	0,08-0,12		25-40	1
	60-80	0,02	0,1-0,14	0,1-0,15	40-45	1
	80-100	0,02-0,03	0,1-0,15		30-40	1

(tiếp bảng 6-19).

Vật liệu gia công	D	Lượng dư	i	S	V	n
		mm		mm/vòng	m/ph	
Hợp kim titan BT3-1; BT9; BT 12 σ_B=900-1200MPa	6-12	0,015	0,05-0,07	0,2-0,4	3-5	1
	12-20	0,02	0,06-0,08	0,2-0,3	10-12	1
	20-40		$0,08^{-0,02}$	0,15-0,2	20-30	2
	40-60	0,02-0,03	$0,1^{+0,02}$		30-40	2
	60-80		$0,12^{0,03}$	0,11-0,17		2
Thép 30ХГСА; 40ХНМА; 25ХГСА; σ_B=1000-1300MPa	6-12	0,015	0,05-0,07	0,2-0,4	3-6	1
	12-20	0,02	0,07-0,09	0,2-0,3	10-12	1
	20-40		$0,1^{+0,03}$	0,15-0,2	20-30	2
	40-60	0,02-0,03	$0,12^{+0,03}$		30-40	2
	60-80		$0,15^{0,03}$	0,1-0,15		2
	80-100	0,03-0,04			50-60	2
Thép có độ bền cao 30ХГСНА; 20Х3МВФ σ_B=1600-2000MPa	6-12	0,01-0,15	0,01-0,02	0,1-0,15	10-15	1
	12-20		0,12-0,15		10-20	1
	20-40		0,15-0,18		20-30	1
	40-60	0,01-0,02	$0,15^{-0,05}$			2
	60-80	0,02	$0,18^{-0,02}$		30-50	2
	80-100	0,02-0,025	$0,18^{-0,05}$	0,2-0,3		2

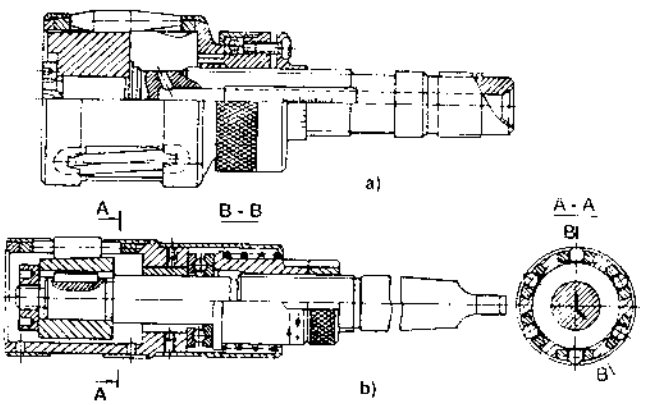
D- đường kính lỗ; i- độ dôi; n- số hành trình cắt.

Chế độ lăn ép lỗ bằng dụng cụ lăn ép tiêu chuẩn (hình 6-35) cho trong các bảng 6-19 và 6-20 với phần cuối con lăn có dạng cầu $\alpha_k = 45'$.

Bảng 6-20. *kích thước con lăn trong các dụng cụ lăn ép lỗ, mm*

D	d	n	r	l	L
6 — 10	2	4	0,6	-	8
10 — 15	3	4	1,0	-	10
15 — 20	4	4	1,0	-	12
20 — 30	8	6	2,0	1,5	15
30 — 50	8	6	2,0	1,5	18
50 — 80	12	8	3,0	2	20
80 — 100	12	10	3,0	2	25

D- đường kính lỗ, mm; d- đường kính con lăn, mm; n- số con lăn; l- chiều dài phần trụ của con lăn; L- chiều dài toàn bộ của con lăn; r- bán kính cầu con lăn.



Hình 6-36. *Dụng cụ lăn ép để gia công lỗ sâu.*
a) với con lăn dài, côn hai đầu.
b) với con lăn có hai ngõng trục.

7. Nong lỗ bằng chầy nong.

a) Sơ đồ gia công.

Nong lỗ là phương pháp gia công nén ép bề mặt lỗ để nâng cao độ chính xác và độ nhám bề mặt lỗ (nhám bóng). Nong lỗ bằng chầy nong được thực hiện theo các sơ đồ như trên hình 6-37. Có thể thực hiện cách kéo hoặc nén.

Chầy nong có thể chỉ có một vòng nong (chầy nong một nấc) hoặc chầy nong có nhiều vòng nong (chầy nong nhiều nấc). Hình 6-38 là chầy nong một nấc, với chầy nong này các thông số cơ bản là:

- Góc côn vào (góc ép) $\alpha = 3 \div 5^0$.
- Góc côn ra (góc thoát) $\alpha_1 = 4 \div 6^0$.

Chiều rộng phần làm việc b=0,5 ÷ 1,2mm tùy theo đường kính lỗ cần nong.

Nếu là chầy nong nhiều nấc thì các vòng nong được chia làm ba loại: các vòng nong ép, các vòng nong sửa chỉnh và các vòng nong kết thúc.

Bước vòng t được xác định như sau: $t = (1 \div 1,2)\sqrt{L}$

Số vòng nong đồng thời cùng làm việc Zp: $Z_P = \frac{L}{t} + 1$

Các chầy nong có đường kính nhỏ thường được chế tạo liền một khối bằng một trong các loại vật liệu: ШХ15; X12; X12Ф; Y12A. Nhiệt luyện tôi và ram để đạt HRC 60 ÷ 64. Mạ crôm một lớp dầy 5 ÷ 8μm. Đường kính D bao gồm cả lớp mạ. Chiều dài nong $L_{ch} = (1,5 \div 2)L$. Số chầy trong một bộ được xác định bằng thực nghiệm. Nong lỗ có đường kính và chiều dài khoảng 30mm, vật liệu thép cacbon hoặc gang thì độ dôi đường kính thường là 0,12mm; với đường kính lỗ dưới 5mm, L : d = 2 ÷ 7 thì độ dôi khoảng 0,02 ÷ 0,04mm.

Kết cấu, kích thước các loại chầy nong này có thể tham khảo trong bảng 6-20.

Lực tác dụng trong quá trình nong gồm: P_a- lực dọc trục; P_r- lực hướng kính.Lực P_a thực hiện công ma sát và công biến dạng lớp nhấp nhô tế vi k_1; lực P_r thực hiện công tiêu tốn để tăng đường kính lỗ k_2 và công làm uốn thành lỗ k_3. Tổng các công nói trên là k_4:

$$K_4 = k_1 + k_2 + k_3.$$

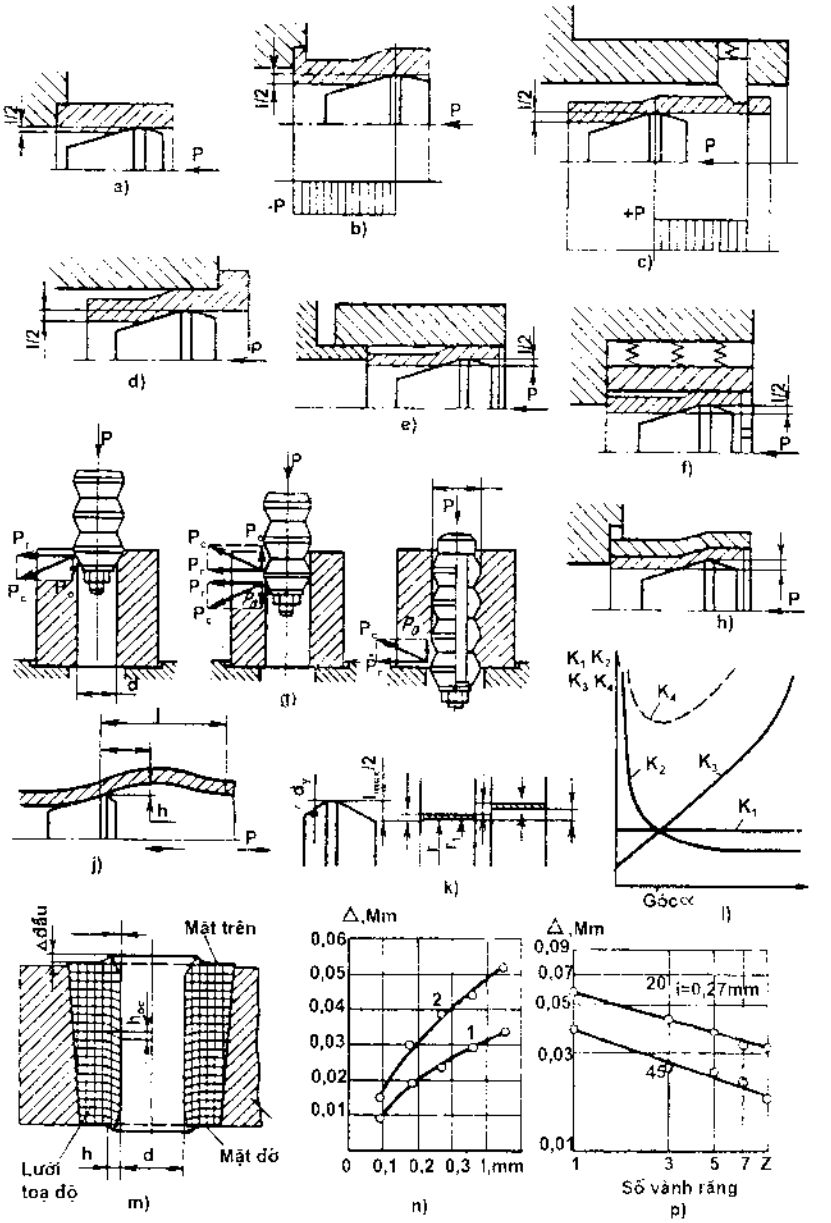
Thông thường : $\frac{i}{2} \geq (3 \div 5)\delta$

i - độ dôi: với lỗ d = 80mm i = 0,1 ÷ 0,25mm.

δ - dung sai lỗ. L- chiều dài lỗ. d- đường kính lỗ

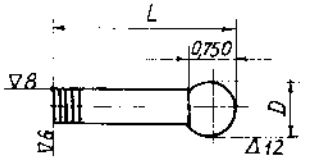
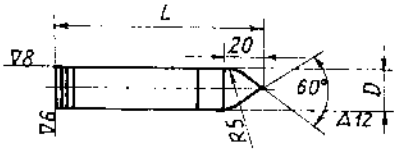
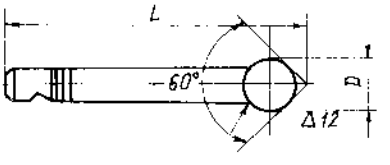
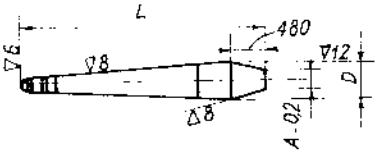
Δ_H - lượng tăng đường kính ngoài chi tiết sau nong.

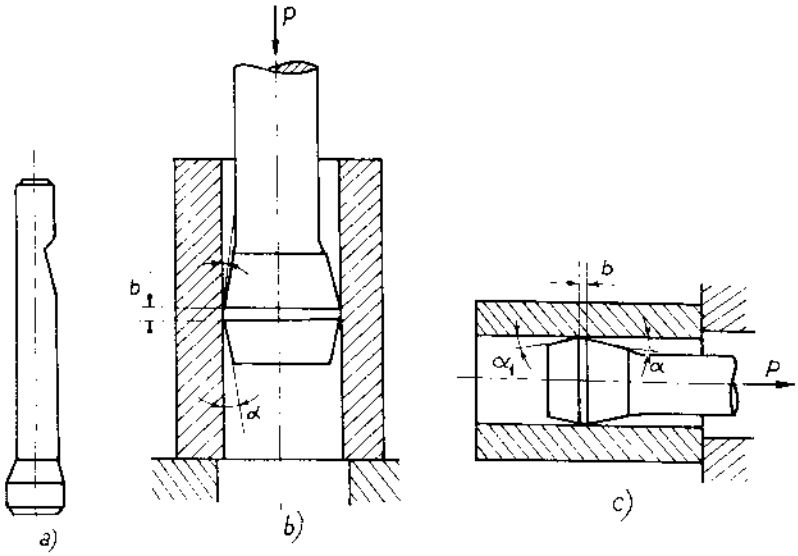
Z - số nấc của chầy nong.



Hình 6-37. *Nong lỗ bằng chày nong. a; b÷l sơ đồ nong lỗ. m; n; p - tính chất tác dụng của lực và biến dạng khi nong.*

Bảng 6-21. *Kết cấu và kích thước của các chày nong đường kính nhỏ.*

Sơ đồ chày nong	Lỗ nong		Đường kính phần làm việc trong một bo	
	Dạng lỗ	Cấp chính xác	$D_{lỗ}$	I - IV
	Thông	1 và 2	3,5 A	I $3{,}45^{0{,}005}$ II $3{,}48^{0{,}005}$ II $3{,}51^{0{,}005}$ IV $3{,}53^{0{,}005}$
	Thông	2 và 3	2,2 A	I $2{,}15^{0{,}005}$ II $2{,}18^{0{,}005}$ II $2{,}2^{0{,}005}$ IV $2{,}22^{0{,}005}$
	Không thông	2 và 3	3 A_3	I $2{,}95^{0{,}005}$ II $2{,}98^{0{,}005}$ II $3{,}01^{0{,}005}$ IV $3{,}02^{0{,}005}$
	Thông	3	$3{,}2A_3$	I $3{,}18^{0{,}005}$ II $3{,}22^{0{,}005}$ II $3{,}25^{0{,}005}$

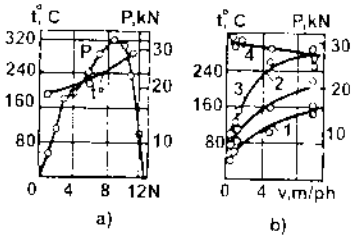


Hình 6-38. *Chày nong một nấc.*
a- kết cấu; b- chày đẩy; c- chày kéo.

b) Chọn các thông số cho công nghệ nong lỗ.

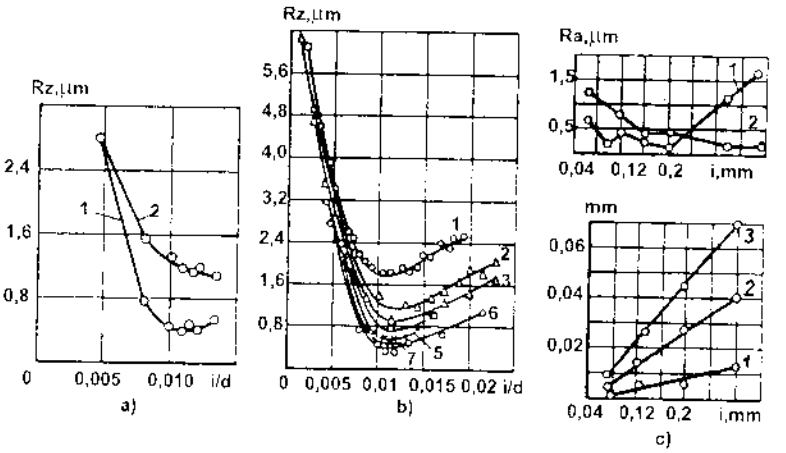
Thông số cơ bản là độ côi i. Ảnh hưởng của nó đến độ nhám bề mặt lỗ gia công và lượng tăng đường kính lỗ như trên hình 6-39.

Vận tốc nong tuy không ảnh hưởng đến tính chất bề mặt gia công và độ mòn dụng cụ nhưng nó sẽ quyết định giới hạn cho phép của nhiệt độ trong quá trình nong lỗ. Trên hình 6-40 là ảnh hưởng của mỗi răng làm việc và vận tốc nong đến nhiệt độ t°C và lực nong P (kN) trong gia công.



Hình 6-39. *Phân bố nhiệt độ và lực ở mỗi vành nong.*
a) Phân bố nhiệt độ và lực ở mỗi vành nong; N- số thứ tự vành nong.
b) Nhiệt độ và lực phụ thuộc vận tốc nong; 1; 2; 3 - nhiệt độ thay đổi ở các vành nong (tương ứng) thứ nhất, thứ sáu và thứ 11; 4- lực chiều trục thay đổi theo vận tốc.

d x D x L = 19,6 x 28 x 25mm; N = 11;
i = 0,4mm; vật liệu gia công: thép 45.



Hình 6-40. *Ảnh hưởng của $\frac{i}{d}$ và i đến R_Z, Ra và Δ_H.*

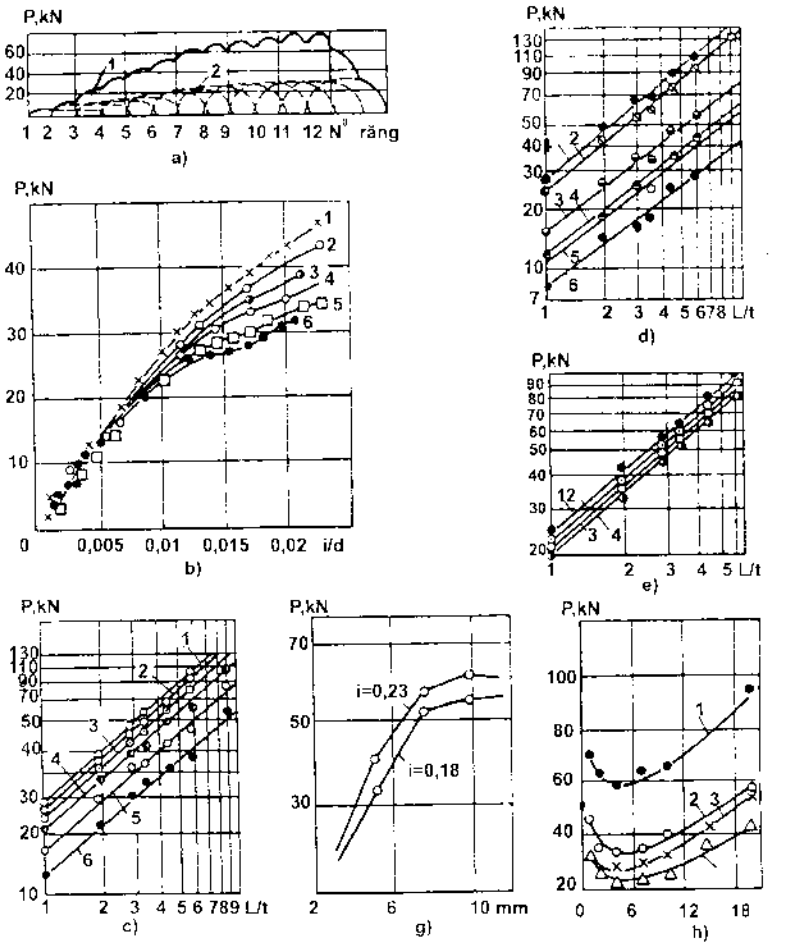
a) Ảnh hưởng đến Rz;
1- chày nhiều nấc vòng nong; 2- chày một nấc; gia công thép 45.
b) Ảnh hưởng đến Rz;
1 ÷ 7 với lượng nâng/1nấc từ 0,01÷0,1mm-công thép 45.
c) Ảnh hưởng đến Ra; 1- Rz_{bd} = 1,3 ÷ 3,2µm; 2- Rz_{bd} = 7 ÷13µm.
d) Lượng tăng đường kính ngoài sau nong Δ_H; 1- chiều dày thành 17mm; 2- chiều dày thành 11mm; 3- chiều dày thành 7mm.

Khi nong lỗ, tốc độ gia công V (m/ph) được chọn theo vật liệu gia công. Có thể tham khảo các số liệu sau:

Vật liệu	V (m/ph)
Thép cacbon với	
HB = 143 ÷ 320	12 ÷ 15
HB > 320	8 ÷ 10
Nhôm, đồng thau, đồng thanh	20 ÷ 25
Babit	15 ÷ 20

Lực nong chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố và được xác định bằng thực nghiệm. Trên hình 6-41 thể hiện sự phụ thuộc của lực nong vào các thông số công nghệ khác nhau.

Độ chính xác của lỗ khi nong phụ thuộc vào độ dôi gia công i, kích thước vòng nong và bước vòng nong t. Khi nong với độ dôi i không lớn lắm, độ chính xác lỗ gia công được nâng lên 30 ÷ 80% so với độ chính xác trước khi nong (dung sai lỗ giảm 30 ÷ 80% sau gia công).



Hình 6-41. *Lực nong phụ thuộc vào các thông số công nghệ khác nhau.*
a) phụ thuộc chiều dài chày (số vòng nong; 1- chày 1 nấc; 2- chày nhiều nấc.

b) phụ thuộc $\frac{i}{d}$; *1- chày 1 nấc; 2 ÷6 ứng với chày có từ 2 ÷6 vòng nong;*

c) phụ thuộc $\frac{L}{t}$ *khi i khác nhau:*

1- i=0,32; i=0,28; i=0,23; i=0,18; 5-i=0,13; 6- i=0,09;

d) phụ thuộc vào $\frac{L}{t}$ *khi vật liệu khác nhau:*

1- 40X; 2- thép 45; 3- thép 20; 4- GX-15; 5- AC 59-1; 6- AA9.

e) phụ thuộc $\frac{L}{t}$ *khi phương pháp gia công trước nong khác nhau:*

1- chuốt; 2- doa; 3- tiện trong; 4- mài; Rz_{bd} *=10÷12μm; thép 45.*

g) phụ thuộc chiều dày thành chi tiết.

h) phụ thuộc góc côn vào α:

1- thép 45; 2- thép 20; 3- gang xám (GX-15); 4-AC 59-1.

Đối với các lỗ có thành đồng đều có thể xác định dung sai lỗ sau nong δ_1 phụ thuộc dung sai lỗ trước nong δ như sau:

$$\delta_1 = \frac{\delta}{1 + \frac{3E}{l\left(2 + \frac{r}{r_1}\right)}}$$

E - môđun đàn hồi vật liệu gia công.

$l = 3 \div 4M$

M - môđun tăng bền của vật liệu.

r; r_1 - đường kính lớn nhất và nhỏ nhất của lỗ phôi (lỗ trước khi nong).

δ - dung sai lỗ trước khi nong.

δ_1 - dung sai lỗ sau khi gia công.

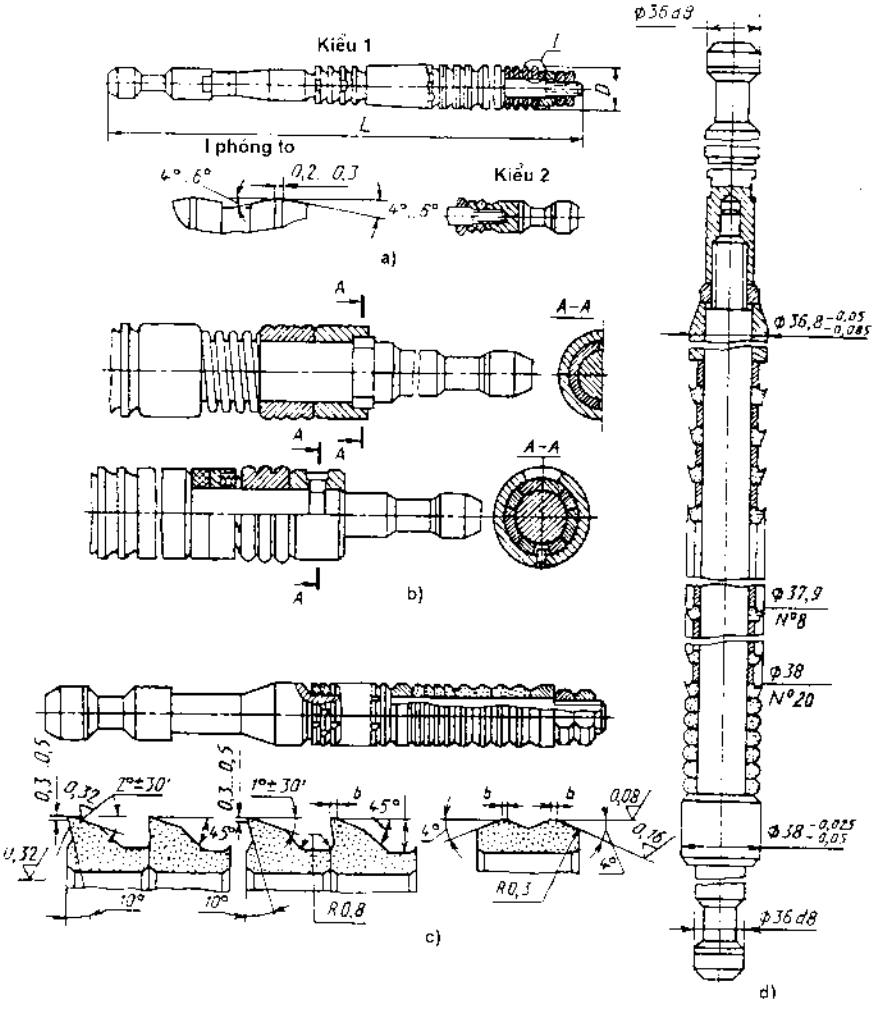
Có thể thực hiện quá trình nong lỗ trên máy chuốt theo các chế độ cho trong bảng 6-21.

Bảng 6-21. *Chế độ nong lỗ trên máy chuốt.*

Máy	P, tấn	$\leq V_{lv}$, m/ph	$\leq$ L, mm	V_{tv}, m/ph	N, kW
Máy chuốt ngang					
7Б54	5,0	11,9	1000	20 — 25	10
7Б55	10	11,5	1250	20 — 25	17
7Б56	20	11,5	1600	20 — 25	30
7Б57	40	6,15	2000	20 — 25	40
7Б58	80	3,6	2000	10	55
7A505	5	15,0	1000	20 — 25	7
7B510	10	9,0	1250	20 — 25	14
7Б520	20	11,0	1600	20 — 25	20
7A540	40	6,8	2000	20 — 25	40
7552	100	3,2	2000	$\leq$ 23	55
Máy chuốt đứng					
7Б64	5	11,5	1000	20	10
7Б65	10	11,4	1250	20	22
7Б66	20	13	1250	20	30
7Б67	40	7,9	1600	14	57
7Б68	80	8,0	1600	11	80
7Б705B	5	14,0	800	20	10
7710B	10	13,0	1000	20	14
7C720B	20	11,0	1250	25	20
766	20	8,5	1250	20	20
МП141	20	8,5	1600	20	20

P- lực kéo; V_{lv} - vận tốc hành trình làm việc; L- chiều dài hành trình; V_{tv} - vận tốc trở về; N- công suất động cơ chính.

Ngày nay người ta có thể phối hợp chuốt và nong lỗ bằng cách dùng dao chuốt có các vòng nong như hình 6-42.



Hình 6-42. *Dụng cụ chuốt, nong lỗ tổ hợp.*

a) Dao chuốt - nong lỗ ghép chuôi.

b) Dao chuốt - nong lỗ đàn hồi.

c) Dao chuốt - nong lỗ hợp kim cứng.

d) Dao chuốt - nong lỗ hợp kim cứng hành trình kép.

CHƯƠNG 7.
GIA CÔNG CÁC CHI TIẾT CƠ KHÍ TRÊN MÁY NC, CNC VÀ SỬ DỤNG RÔBÔT CÔNG NGHIỆP TRONG HỆ THỐNG GIA CÔNG LINH HOẠT (FMS).

1. Đặc điểm công nghệ và cấu trúc kỹ thuật của dây chuyền gia công linh hoạt (FMS).

Trong một thời gian khá dài, ngành cơ khí đã tập trung nghiên cứu để giải quyết vấn đề tự động hóa các xí nghiệp có quy mô sản xuất lớn (hàng loạt và hàng khối), mặc dù quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ lại là phổ biến. Đòi hỏi bức xúc trong quy mô sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ về nâng cao hiệu hiệu quả sản xuất đã dẫn tới vấn đề nghiên cứu triển khai kỹ thuật tự động có tính linh hoạt cao trong các dây chuyền sản xuất.

Đặc trưng cơ bản nhất của các dây chuyền gia công trong quy mô sản xuất hàng loạt nhỏ là *tính linh hoạt* (flexibility). Hiện nay, có thể coi linh hoạt là một nguyên tắc trong ngành cơ khí chế tạo máy.

Tính linh hoạt của một dây truyền gia công là khả năng thích nghi khi đối tượng gia công thay đổi cả về kết cấu và số lượng; được xác định theo khả năng điều chỉnh nhanh của các trang thiết bị, dụng cụ, chế độ công nghệ (gọi chung là các trạm công nghệ) khi đối tượng gia công thay đổi về kết cấu, số lượng và thời gia gia công.

Ngày nay, người ta nhìn nhận quá trình gia công theo quan điểm tổng hợp giữa tự động hóa và linh hoạt hóa sản xuất. Từ đó dẫn đến vấn đề nghiên cứu, xây dựng và ứng dụng những hệ thống gia công tích hợp điều khiển bằng máy tính CIM (Computer Integraed Manufacturing) với chất lượng và năng suất gia công cao.

Hệ thống CIM, quá trình vận động vật chất (phôi liệu, dụng cụ, gá lắp, vật liệu phụ, phế thải. . .), quá trình chuyển đổi thông tin (thông số cắt, dữ liệu kết.cấu chi tiết gia công . . .) và quá trình điều phối năng lượng được đảm bảo đạt mức tối ưu.

Máy công cụ, trung tâm gia công điều khiển bằng chương trình số và kỹ thuật vi xử lý CNC (Computerised Numerical Cotrol) được sử dụng trong sản xuất hàng loạt vừa và hàng loạt nhỏ đã tạo điều kiện linh hoạt hóa và tự động hóa dây chuyền gia công, nâng cao chất lượng và năng suất gia công, đồng thời làm thay đổi phương pháp và nội dung chuẩn bị công nghệ cho sản xuất.

Về cơ bản, khả năng thích ứng nhanh (linh hoạt) của dây chuyền gia công, theo đối tượng gia công phụ thuộc vào hai yếu tố sau đây:

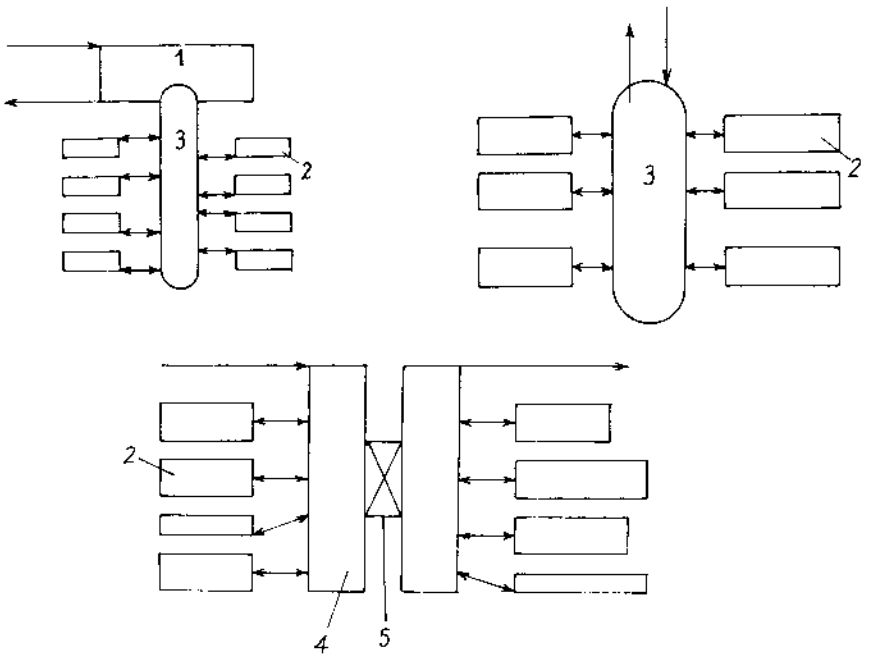
* Mức độ giống nhau về kết cấu và công nghệ của các loại đối tượng gia công.

* Khả năng điều chỉnh nhanh của dây chuyền gia công (chủ yếu là máy, đồ gá, dụng cụ, hệ thống xếp dỡ - vận chuyển - bảo quản, hệ thống điều khiển) khi thay đổi đối tượng gia công.

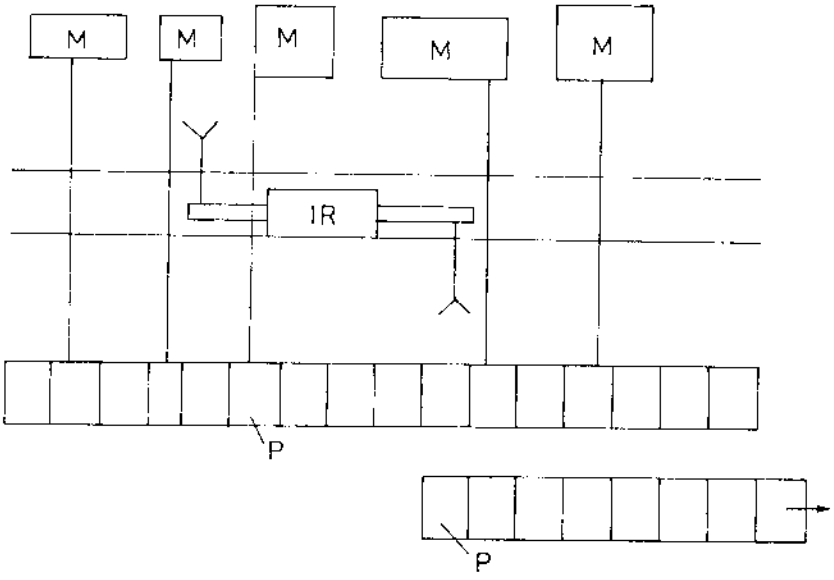
Dây chuyền gia công linh hoạt FMS (Flexible Manufacturing System) được hình thành trên cơ sở nối ghép mềm (flexible) nhiều máy công cụ đơn lẻ hoặc nhiều trung tâm gia công CNC; với dòng cung ứng phôi, dụng cụ tự động hóa và chu trình điều khiển linh hoạt có sự giúp đỡ của máy vi tính (CNC).

Dòng cung ứng phôi liệu, dụng cụ linh hoạt và tự động hóa là đặc trưng cơ bản của dây chuyền gia công linh hoạt. Máy tính điều khiển toàn bộ quá trình hoạt động của dây chuyền gia công linh hoạt (FMS) bao gồm: cắt gọt, gá đặt - tháo dỡ - thay đổi phôi - thay đổi dụng cụ, đảm bảo chương trình gia công trên từng máy công cụ và trung tâm gia công. Các hình 7-1 ÷ 7-3 nêu rõ những đặc điểm cơ bản của dây chuyền gia công linh hoạt (FMS). Các hình 7-4 ÷ 7-6 là những ví dụ cụ thể.

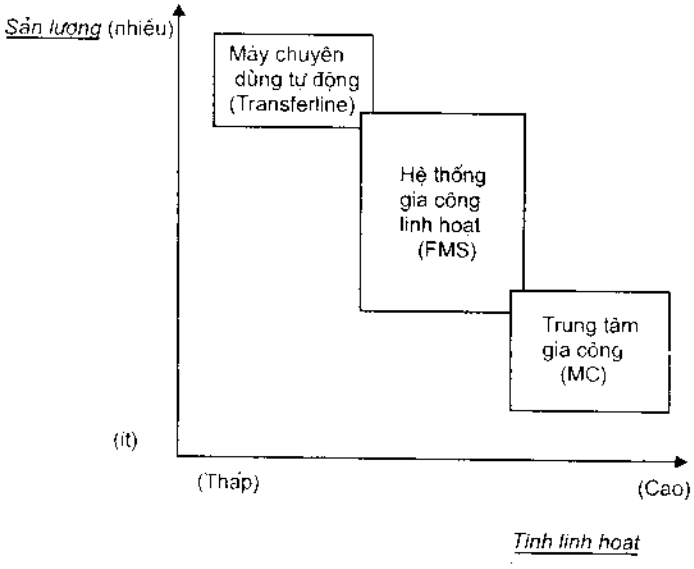
So với các trung tâm gia công MC (Manufacturring Centers) thì các hệ thống gia công linh hoạt FMS có tiềm năng kỹ thuật lớn hơn nhiều. Tính chất linh hoạt của FMS đặt nền móng cho kỹ thuật gia công tự động các loại chi tiết cơ khí cỡ vừa và nhỏ. Nhóm chi tiết gia công có thể được tập hợp từ những loại chi tiết cơ khí trong khoảng kích thước khá rộng, hoặc từ những chi tiết cơ khí có hình dạng, kết cấu khác biệt khá lớn.



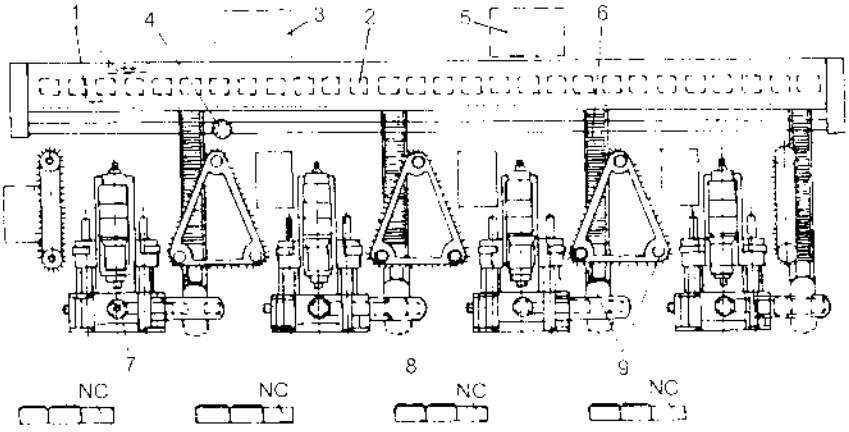
Hình 7-1. *Các dạng cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt (FMS) với máy công cụ thường.*
1- bộ chứa phôi.2- máy công cụ.3- phương tiện vận chuyển.
4- giá đặt phôi.5- thiết bị nâng chuyển.



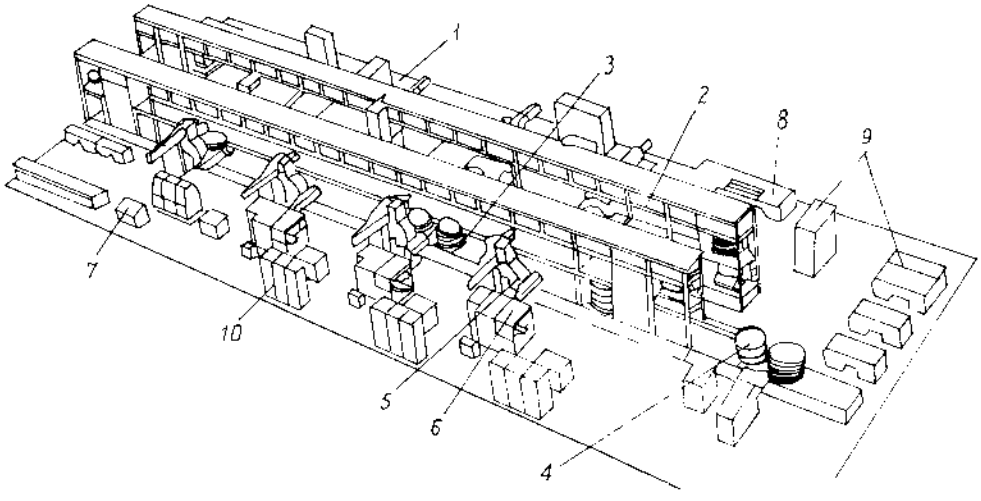
Hình 7-2. *Cấu trúc của hệ thống gia công linh hoạt (FMS) với máy công cụ CNC và người máy công nghiệp (IR). M- máy CNC; P- bệ hoặc phiến gá phôi.*



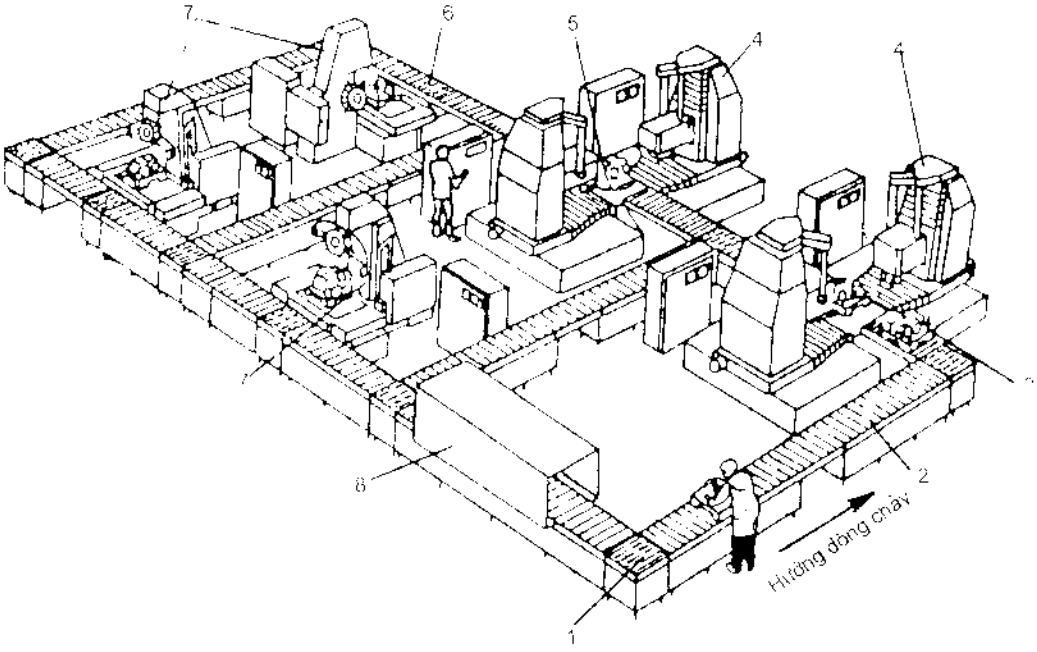
Hình 7-3. *Phạm vi ứng dụng của hệ thống gia công linh hoạt (FMS), xét theo sản lượng chi tiết gia công và tính linh hoạt.*



Hình 7-4. *Hệ thống máy linh hoạt gia công chi tiết không tròn.*
1- xe vận chuyển các bệ gá phôi; 2- nơi đặt bệ gá phôi; 3 và 5- trạm nạp; 4- cơ cấu cung ứng dụng cụ (10 vị trí); 6- bộ vận chuyển chi tiết; 7- trung tâm gia công NC; 8- trạm xoay - thay đổi phôi; 9- cơ cấu cầm nắm dụng cụ.



Hình 7-5. *Phân hệ I thuộc hệ thống gia công linh hoạt ROTA-FZ-200.*
1- thiết bị phục vụ giá lưu trữ; 2- bộ lưu trữ; 3- thiết bị tạo nhịp;
4- bệ gá phôi; 5- thiết bị thay phôi; 6- máy công cụ;
7- bục điều khiển máy; 8- bục điều khiển phân hệ i;
9- trung tâm điện toán; 10- tủ điều khiển.



Hình 7-6. *hệ thống máy điều khiển NC gia công các chi tiết dạng hộp (hãng CINCINNATI).*

1- bệ đặt và lấy chi tiết (bàn chữ nhật có bi lăn).
2- băng tải con lăn; 3- nơi tập kết các chi tiết chờ gia công;
4- máy khoan NC với đầu rêvonve lắp 8 dụng cụ.
5- bàn điều khiển NC; 6- bàn phân phối;
7- máy khoan NC với đầu rêvonve lắp 6 dụng cụ.
8- máy rửa.

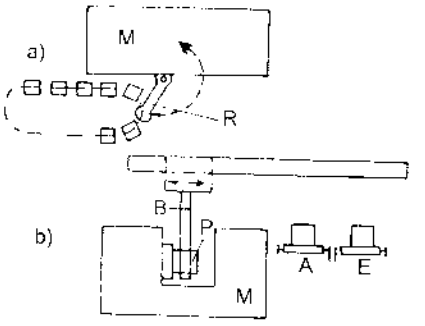
Tính linh hoạt của FMS còn được khẳng định đối với các chi tiết gia công có thời gian gia công dài trên từng trạm công nghệ riêng lẻ.

Mức độ linh hoạt hóa và tự động hóa của FMS là yếu tố quan trọng nhất quyết định mức giá trị đầu tư để thiết kế, lắp đặt FMS, dựa trên mức độ khai thác tiềm năng kỹ thuật trên từng trạm công nghệ. Hệ thống gia công theo dạng FMS được tạo lập theo hai nhóm sau:

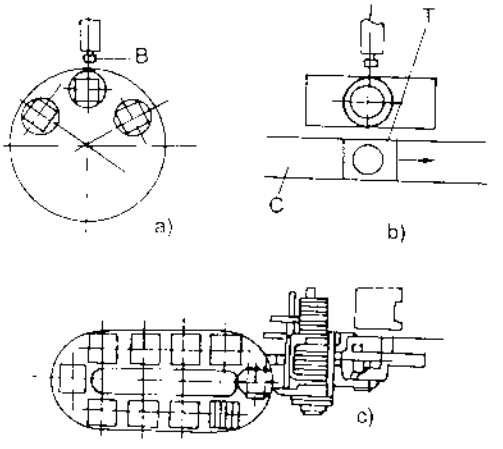
- Nhóm máy có phôi quay (bao gồm các máy gia công chi tiết cơ khí có dạng tròn): trong nhóm này (hình 7-7) công việc tháo dỡ - gá đặt phôi - chi tiết gia công do một người máy công nghệp đảm nhiệm. Giá đỡ di động, băng tải hoặc máng dẫn dịch chuyển phôi (chi tiết gia công) giữa các máy trong nhóm.

- Nhóm máy có dao quay (bao gồm các máy gia công chi tiết cơ khí có dạng không tròn): phôi (chi tiết gia công) được gá đặt cố định trên các phiến gá chuẩn (palette). Các phiến gá này được đặt trên băng tải, được dịch chuyển và chuyển giao tự động cho bàn máy công cụ CNC nhờ các người máy công nghiệp.

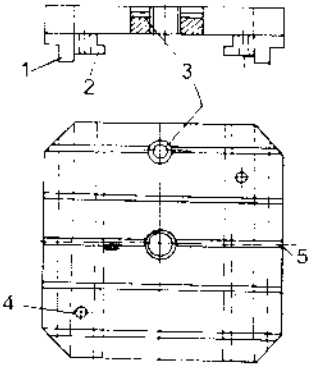
Trung tâm gia công MC là máy công cụ điều khiển CNC có khả năng gia công (phay và khoan) tự động, đồng thời cũng có khả năng thay đổi phôi, dụng cụ tự động. Trên trung tâm gia công, có thể thay đổi từng phôi hoặc thay đổi cơ cấu gá phôi (được gọi là các phiến gá phôi) hoàn toàn tự động.



Hình 7-7. *Hệ thống gia công FMS - nhóm máy có phôi quay cấp phôi - chi tiết gia công.*
A-phôi-chi tiết vào; E- phôi-chi tiết ra; B- tay máy; M- máy công cụ; P- phôi/chi tiết;R- người máy.
a) hệ thống băng tải.
b) hệ thống băng tải con lăn.

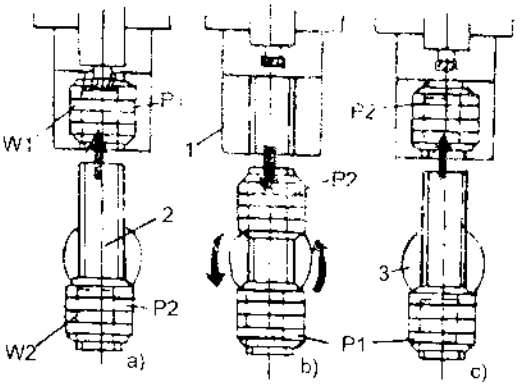


Hình 7-8. *Hệ thống gia công FMS - nhóm máy có dao quay, chuyển giao phiến gá chuẩn (palette).*
a) chuyển giao bằng bàn quay;
b) chuyển giao dùng băng tải-xe;
c) chuyển giao trên trung tâm gia công; B- trục chính; C- băng tải; T- đổi phiến gá phôi.



Hình 7-9a. *Bệ- phiến gá phôi (palette).*
1- thanh dẫn hướng;
2- thanh kẹp;
3- bạc định vị đồ gá;
4- lỗ định vị;5- rãnh chữ T.

Hình 7-9b. *Nguyên lý hoạt động của thiết bị thay đổi bệ- phiến gá phôi tự động (palette).*
a) phiến gá 1 trên bàn máy; b) phiến gá 1 và 2 trên bàn đặt các phiến gá, lật bàn đặt các phiến gá; c) phiến gá 2 trên bàn máy:1 bàn máy; 2- bàn đặt các phiến gá; 3- thiết bị thay đổi các phiến gá,W1-chi tiết được gia công,W2-chi tiết chưa gia công, P1 phiến gá 1, P2- phiến gá 2.



Việc sử dụng các phiến gá phôi (palette) có lợi là các phôi được gá đặt ở ngoài phạm vi làm việc của máy gia công, nhờ đó giảm được thời gian dừng máy để thay đổi phôi gia công. Các phiến gá phôi được chuyển tới các máy gia công bằng các thiết bị thay đổi phiến gá phôi tự động (Automatic Palete Changer). Hình 7-9a là kết cấu của một phiến gá phôi và hình 7-9b là một ví dụ về thiết bị thay đổi phiến gá phôi tự động có dạng bàn quay, thay đổi được hai phiến gá phôi, được dùng trên các trung tâm gia công.

Những phiến gá phôi, mà trên đó phôi được gá đặt trực tiếp hoặc thông qua các đồ gá, có kết cấu như sau: mặt dưới của phiến gá phôi có các lỗ định vị để xác định vị trí và có các sống kẹp để kẹp chặt phiến gá phôi trên bàn máy gia công. Mặt trên của phiến gá phôi có các bạc định vị và các rãnh chữ T để điều chỉnh và kẹp chặt đồ gá phôi. Để các phiến gá phôi có thể thay thế nhau dễ dàng, kích thước chiều cao của phiến gá phôi và khoảng cách giữa các lỗ định vị được gia công rất chính xác.

Ngoài phiến gá phôi có dạng tấm dầy dùng cho các chi tiết gia công hình khối vuông còn có các phiến gá phôi có dạng như thước đo góc vuông và có dạng khối lập phương dùng cho các chi tiết gia công phẳng và không dầy.

Việc thay đổi phôi (chi tiết) được tự động hóa làm giảm đáng kể thời gian phụ và như vậy sẽ tăng năng suất lao động. Công việc thay đổi phôi (chi tiết) ở đây được hiểu là gá đặt và tháo dỡ phôi (chi tiết) tại một máy công cụ bằng thiết bị thay đổi bệ (phiến gá chuẩn) hoặc bằng một rôbôt. Bệ (phiến gá chuẩn) được sử dụng khi chi tiết gia công được gá đặt trên một đồ gá kẹp; máy công cụ được lắp đặt một trang bị để đẩy phiến gá có lắp phôi (chi tiết đã gia công) ra và thay thế vào chỗ của nó một phiến gá khác có lắp phôi (chi tiết chưa gia công). Trong thời gian gia công, thợ đứng máy sẽ tháo dỡ chi tiết đã gia công ra khỏi bệ (phiến gá phôi đã được đẩy ra) và gá lắp phôi mới lên bệ (phiến gá trống) để chuẩn bị cho quá trình thay đổi phôi (chi tiết) tiếp theo. *Tế bào gia công linh hoạt* FMC (Flexible Manufacturing Cell) và *hệ thống gia công linh hoạt* FMS

liên tục chuyển đến máy công cụ những bệ (phiến gá) có gá đặt phôi và vận chuyển các chi tiết đã gia công đến nơi gá kẹp trung tâm.

Trong nhiều trường hợp các bệ (phiến gá) được lắp một trang bị mã hóa, tạo điều kiện tự động nhận dạng (truy cập) bệ (phiến gá) và khởi động chương trình NC tương ứng trong bộ nhớ của hệ CNC. Các rôbôt phẳng, rôbôt có trụ đứng hoặc rôbôt có dạng đặc biệt được sử dụng khi quá trình thay đổi phôi (chi tiết) được thực hiện không có đồ gá kẹp,ví dụ: ở các máy tiện, máy gia công răng hoặc máy mài. Vì ở đây hầu như không có khả năng tự động nhận dạng chi tiết, nên việc chỉ dẫn chương trình ở quy mô sản xuất loạt nhỏ và đơn chiếc phải thực hiện bằng cách khác.

Ở máy tiện còn có thêm khả năng cấp phôi thanh tự động. Trước khi gia công phải tiến hành cắt phôi thanh có chiều dài tiêu chuẩn thành từng đoạn có chiều dài yêu cầu bằng chương trình NC. Việc thay đổi chương trình là tùy theo sản lượng gia công; nghĩa là khi đạt được số lượng đã định trước của một loại/kiểu chi tiết thì loại/kiểu chi tiết khác sẽ được gọi (truy cập).

Để đảm bảo sự hoạt động được duy trì trong một thời gian dài mà không có sự giám sát của con người, phải có những thiết bị giám sát tự động ở các máy công cụ. Trước hết đó là giám sát dụng cụ; nhưng cũng phải nhận biết kịp thời dung sai gá kẹp, kích thước phôi khác nhau và sai lệch giữa máy công cụ và hệ điều khiển, để tránh hậu quả tốn kém. Các phần tử nhạy (sensor) đặc biệt giám sát những dao động của máy, những sai lệch kích thước, nhiệt độ và tải trọng không cho phép, thông báo tác động của nhiễu cho con người biết hoặc hiệu chỉnh sai lệch tự động bằng hệ CNC. Thời gian dừng máy quá lâu do một lỗi hoặc do nhiều sự cố ngẫu nhiên khác trực tiếp dẫn đến những thông báo rõ ràng về sai số. Một thông báo và thời gian dừng máy được hệ CNC nhớ trong phạm vi bộ nhớ thích hợp đã định sẵn nhằm nhận biết nhanh những lỗi (nhiễu) xuất hiện thường xuyên và loại bỏ nhanh các nguyên nhân của chúng. Để khống chế nhanh hơn và đơn giản hơn các sai số khó nhận dạng có thể sử dụng các chương trình chuẩn đoán đặc biệt trong hệ CNC.

Những thiết bị giám sát này được sử dụng để giảm thời gian dừng máy, như vậy tăng năng suất và giảm chi phí sản xuất.

Tóm lại, hiện nay linh hoạt hóa, tự động hóa quá trình gia công cơ khí được coi là một giải pháp hữu hiệu về mặt kỹ thuật nhằm nâng cao hiệu quả sản xuất trong quy mô hàng loạt vừa và nhỏ. Đồng thời giải pháp này cũng đặt ra nội dung mới trong chuẩn bị công nghệ cho sản xuất nhằm khai thác triệt để khả năng kỹ thuật của trang bị, thiết bị, dụng cụ gia công hiện đại. Tự động và tính linh hoạt cao nhưng cũng đòi hỏi mức đầu tư lớn.

Một trong những bài toán công nghệ cũng cần được quan tâm giải đáp đối với FMS là tính toán sao cho có thể gia công trên từng trạm công nghệ linh hoạt, tự động hóa nhiều loại chi tiết cơ khí khác nhau, có quá trình công nghệ và thời gian nguyên công khác nhau trong chu kỳ gia công ngắn nhất; nghĩa là phải giảm đến mức tối đa thời gian trống trong từng

quá trình công nghệ ứng với từng loại chi tiết riêng biệt và giữa các quá trình công nghệ khác nhau được thực hiện liên tục tại từng trạm công nghệ.

2. Gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ điều khiển theo chương trình số (NC, CNC).

a) Tổng quát về máy công cụ điều khiển theo chương trình số (NC, CNC).

Điều khiển số (NC) trong 30 mươi năm qua đã tác động tới ngành chế tạo máy, đã tạo ra những máy mới và công cụ tự động hóa cơ khí mới. Ngày nay máy điều khiển số (NC-Machine) là thành phần cơ bản của thiết bị gia công linh hoạt. Để có thể đáp ứng các yêu cầu cao, từng kiểu máy phải có khả năng đảm nhận những chức năng điều khiển nhất định.

Trong thời kỳ đầu chưa có máy điều khiển số phù hợp. Người ta chưa nhận biết được những yêu cầu phụ phát sinh khi lắp đặt hệ điều khiển số (NC) vào máy thường và phải thay đổi gì về kết cấu máy. Do vậy, người ta bắt đầu từ các máy phay và tiện, những máy này đã được chế tạo phù hợp phương thức điều khiển theo chương trình hoặc được trang bị cơ cấu chép hình và trên cơ sở đó trang bị cho chúng các hệ thống đo và hệ khởi động dùng cho chế độ điều khiển số (NC). Nhờ đó, chỉ sau một năm một thế hệ máy mới ra đời, đó là *máy điều khiển số (Numerical Control Machine).*

Những nét đặc trưng cơ bản của máy công cụ điều khiển theo chương trình số (NC, CNC) là:

- Tự động hóa cao.
- Tốc độ dịch chuyển, tốc độ quay lớn (> 10^3 vòng/phút).
- Chính xác cao (sai lệch kích thước gia công đạt tới μm).
- Năng suất gia công cao (gấp 3 lần máy thường).
- Tính linh hoạt cao (thích nghi nhanh với đối tượng gia công thay đổi, thích hợp với sản xuất loạt nhỏ).
- Tập trung nguyên công cao (gia công nhiều bề mặt trên chi tiết trong một lần gá phôi).
- Chuẩn bị công nghệ để gia công chi tiết có khác với máy thường là phải lập chương trình NC để điều khiển máy theo ngôn ngữ mà hãng chế tạo máy đã cài đặt cho hệ điều khiển NC, CNC.
- Máy gia công CNC có giá trị kinh tế rất lớn nhưng đắt tiền.

Mỗi máy công cụ có đặc điểm là nó được chế tạo từ một tổ hợp nhiều trục thẳng và quay (linear and rotate axises). Để có thể điều khiển các trục này bằng số phải có hai tiền đề sau cho mỗi trục:

* Mỗi trục NC cần có một hệ thống đo về dịch chuyển điện tử.

* Mỗi trục NC cần có một bộ phát động điều chỉnh và điều khiển được.

Hệ thống đo về dịch chuyển và bộ phát động được nối ăn khớp trực tiếp với hệ điều khiển số.

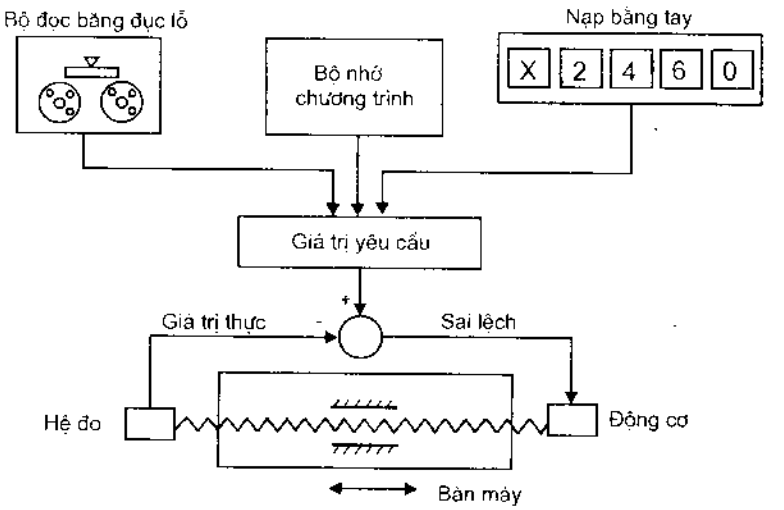
Nhiệm vụ của hệ NC là so sánh các *giá trị cần đạt về vị trí* đã định trước với *các giá trị thực tế về vị trí* do hệ thống đo về dịch chuyển thông báo và khi có sai lệch giữa hai giá trị này, sẽ phát ra *một tín hiệu điều chỉnh* truyền đạt tới các bộ phát động của các trục để cân bằng các sai lệch đó. Nguyên lý nạp và xử lý các thông tin hình học trong một vòng tròn điều khiển khép kín (Control Cycle) có thể như trên hình 7-10.

Điều khiển theo quỹ đạo liên tục thông báo các giá trị vị trí mới mà các trục điều khiển phải đạt tới; nhờ đó có thể đạt tới những chuyển động liên tục theo quỹ đạo.

Ở máy tiện, trục chính của máy cũng được xác lập là trục NC nếu những dụng cụ được phát động để khoan và phay.

Phần lớn các trung tâm gia công được trang bị bàn tròn quay điều khiển NC. Bàn tròn quay theo nhịp, ví dụ: nhịp quay 4×90^0 hoặc 12×30^0, không tính vào các trục điều khiển NC.

Cấu trúc điện tử của các hệ điều khiển CNC ngày nay được thiết lập trên cơ sở sử dụng các bộ vi sử lý (Microprocessors) 16 và 32 bit và các mạng tích hợp IC (Integrated Circuit). Số lượng các bộ vi sử lý được sử dụng cho hệ CNC thường là 2 . . . 5.



Hình 7-10. *Nguyên lý nạp và xử lý các thông tin hình học trong một vòng tròn điều khiển khép kín.*

Máy NC là máy có khả năng lập trình tự do, nghĩa là các chuyển động theo từng trục được định trước thông qua một chương trình.

Những hệ điều khiển số ngày nay được thiết lập trên cơ sở sử dụng máy vi tính, còn được gọi là hệ thống điều khiển CNC tức là điều khiển số bằng vi tính.

Để nạp và xuất dữ liệu tự động, các hệ điều khiển CNC được trang bị những giao diện khác nhau mạnh và hữu hiệu.

Hệ điều khiển NC và CNC đều dựa trên nguyên lý chung nên có thể coi như các khái niệm NC và CNC là đồng nghĩa với nhau.

CNC là hệ điều khiển số mà mọi chức năng điều khiển được thực hiện bằng một hoặc nhiều máy vi tính tích hợp và một phần mềm phù hợp.

Những đặc điểm của CNC so với NC là:

- Có một hoặc nhiều màn hình một hoặc nhiều màu sắc.
- Phần lớn với đồ hoạ nhiều màu để lập trình và thử nghiệm chương trình.
- Có khả năng hiệu chỉnh trong các chương trình được lưu trữ.
- Các lượng hiệu chỉnh dụng cụ (lượng bù dao) về chiều dài, đường kính, tuổi bền,v...v có thể được lưu trữ.
- Có nhiều nhất là 5 ÷ 10 phím mềm với các chức năng thay đổi.
- Có thể cắm một hệ phím bấm ASC II tích hợp hoặc tùy chọn.
- Không có công tắc thập phân và cũng thường không có công tắc (núm) xoay.
- Thể tích nhỏ hơn và ít phát sinh nhiệt hơn.
- Có phạm vi chức năng rộng hơn.
- Có phạm vi tùy chọn thích ứng theo nhu cầu sử dụng của khách hàng và có phạm vi dành để mở rộng.
- Có các chu trình gia công và đo kiểm có khả năng lưu trữ.
- Có nhiều chức năng mới thường xuyên được bổ sung.

Các hệ CNC được chế tạo theo môđun có khả năng đáp ứng nhiều chức năng. Khách hàng phải kiểm tra xem mình dùng môđun nào cho phù hợp và có hiệu quả nhất.

Những hệ CNC có khả năng lập trình tại xưởng có những công cụ trợ giúp lập trình đồ hoạ rất mạnh.

Các hệ CNC sử dụng nhiều bộ nhớ đa dạng và hoàn hảo về cấu tạo cho những mục sau:

- Chương trình sản xuất của xí nghiệp.
- Các chương trình gia công chi tiết có thể nạp lại tự động.
- Các chu trình cố định và thay đổi.
- Những chỉ dẫn tích hợp cho người vận hành.
- Phần mềm chuẩn đoán và những trợ giúp tìm lỗi.
- Những dữ liệu về máy và xí nghiệp, chỉ dẫn và hiển thị sai số với văn bản rõ ràng.
- Quản lý dụng cụ và quản lý bệ (phiến gá).
- Các chuyển dịch điểm không, bù dao, các dữ liệu dụng cụ. . .
- Các thông số máy,v. v. . .

Các giao diện dữ liệu có một ý nghĩa rất lớn để nối các thiết bị ngoại vi cần thiết.

Điểm đặc trưng quan trọng và tính nhanh nhạy của một hệ thống CNC là tốc độ chuyển tiếp dữ liệu, thời gian thực hiện chu trình gia công, tốc độ phát triển của bộ SERVO và thời gian chu kỳ của hệ điều khiển PLC (Progamable Logic Controller).

Máy NC là những máy gia công tự động và lập trình tự do, đặc biệt phù hợp để tự động hóa gia công sản phẩm hàng loạt vừa và nhỏ. Ưu điểm cơ bản của máy NC là khả năng điều chỉnh nhanh để thích nghi với các chương trình gia công thay đổi, mà không cần phải tác động thủ công hoặc thay đổi máy.

Ưu điểm của gia công CNC.

Đối với sản xuất loạt nhỏ và vừa, máy NC trong nhiều trường hợp là công cụ gia công có những nét ưu việt hơn so với các máy thường ở những điểm sau:

- Gia công được các chi tiết phức tạp hơn.
- Quy hoạch thời hạn sản xuất tốt hơn.
- Thời gian lưu thông ngắn hơn do tập trung nguyên công cao và giảm thời gian phụ.
- Tính linh hoạt cao hơn.
- Độ lớn loạt tối ưu nhỏ hơn.
- Độ chính xác gia công ổn định đều.
- Chi phí kiểm tra giảm.
- Chi phí do phế phẩm giảm.
- Hoạt động liên tục nhiều ca sản xuất.
- Một công nhân có thể vận hành nhiều máy đồng thời.
- Hiệu suất cao hơn.
- Tăng năng lực sản xuất.
- Có khả năng tích hợp trong hệ thống gia công linh hoạt.

Những nét ưu việt trên đây của máy NC là không phụ thuộc vào kiểu máy. Những máy NC có khả năng lập trình tại xưởng sản suất, theo nhận xét của các sản xuất nhiều kinh nghiệm, cũng có tính linh hoạt cao hơn và đồng thời còn tiết kiệm thời gian. Điều quan trọng là người ở xưởng sản xuất chấp nhận máy NC, vận hành được máy, được đào tạo tốt và có khả năng khắc phục được các sự cố nhỏ.

Độ chính xác của gia công CNC.

Trong nhiều trường hợp, độ chính xác tuyệt đối và độ chính xác lặp lại cao có thể đạt được cũng rất quan trọng để triển khai sử dụng máy NC. Độ chính xác này làm giảm nhiều hao phí cần thiết cho việc kiểm tra. Những sai lệch được xác định có thể được hiệu chỉnh đơn giản.

Độ chính xác của một máy NC được đánh giá theo nhiều luận điểm khác nhau, do vậy trong thực tế có các quy định quốc gia để vận dụng, ví dụ, quy định VDI/DGQ của Đức. Tiền đề ở đây là độ chính xác hình học, tức là từng trục NC phải có vị trí chính xác so với nhau. Thân máy NC có độ cứng vững cao là điều kiện đảm bảo khi các trục chuyển dịch và khi gia công độ chính xác được giữ vững. Độ chính xác của một máy NC cũng được đánh giá thêm theo dung sai dịch chuyển vào (dựa trên sai lệch vị trí do sai số hệ thống và bề rộng phân bố của vị trí do sai số ngẫu nhiên). Đối

với các kiểu máy NC còn có những quy định đánh giá theo các chi tiết kiểm tra đơn giản. Với những chi tiết kiểm tra này, máy công cụ cần được khảo sát về những sai số điển hình.

Tính chất động học của hệ điều khiển số cũng dẫn đến sai số kích thước (ở quy định VDI 3427 đã mô tả và giải thích rõ ràng). Tại những máy NC có gia tốc cao, với trị số gia tốc là 10m/s và cao hơn sẽ xuất hiện biến dạng động học.

Cuối cùng, hệ thống đo được sử dụng và lắp đặt, các bộ phát động và các nguồn sai số thiết kế của máy (nhiệt độ, rung động, dẫn hướng) cũng có vai trò quan trọng đối với độ chính xác có thể đạt được.

Để có thể đạt được độ chính xác cao theo yêu cầu, máy phải có độ cứng vững cao, phải giảm chấn động. Vì vậy phải có ổ đỡ và trục vít me không có khe hở, các động cơ, các bộ truyền và các trục vít me cân bằng tuyệt đối, các sống trượt cứng vững cao và không có ma sát để tránh hiệu ứng quay trượt khi máy hoạt động. Ngày nay, kết cấu thông dụng là trục vít me có ren hình thang đã được thay thế dần dần bằng kết cấu trục vít me có chuỗi viên bi cầu chạy tuần hoàn trên trục ren có ít ma sát và có thể coi như không có khe hở. Kết cấu vít me + đai ốc + bi này có hiệu suất đạt tới 98%, nhờ có ít nhiệt, có độ chính xác về bước ren cao và có khả năng truyền lực dịch chuyển lớn hơn so với kết cấu thông thường có cùng kích thước.

Muốn đạt độ cứng vững chịu xoắn theo yêu cầu, khi trục vít me càng dài thì đường kính của nó càng phải lớn (tới 150mm) và mômen quán tính về khối lượng cũng lớn. Vì vậy, trong trường hợp này thường không truyền động tới trục vít me, mà là truyền động vào đai ốc có quán tính ít hơn, còn trục vít me bị ngàm chặt.

Độ an toàn của gia công CNC.

Một hệ thống phức tạp như một máy CNC đòi hỏi phải có độ an toàn cao, trước hết là đối với người vận hành máy, sau đó là tránh hư hại máy, dụng cụ và chi tiết gia công. Nhiệm vụ này phải do hệ CNC và PLC đảm nhận. Như vậy, người ta tìm cách:

* Phát hiện kịp thời các lỗi nguy hiểm của người vận hành và tránh tác động của chúng.
* Phát hiện sớm lỗi chương trình gia công NC ở thời điểm trước một vài câu lệnh và dừng máy ở vị trí thích hợp.
* Giám sát các sự cố của hệ thống bằng các phép đo thích hợp, dừng máy kịp thời và chỉ rõ nguyên nhân của sai số.
* Nhớ và chỉ rõ các nguyên nhân của sai số theo thứ tự xuất hiện của chúng khi xuất hiện đồng thời nhiều sai số hoặc sai số liên quan nhau.
* Phát hiện và xử lý ngay dụng cụ mòn hoặc vỡ để tránh phế phẩm.

Quan trọng hơn nữa là độ an toàn dự phòng chống lại sự phát sinh của sai số. Điều đó đạt được bằng nhiều biện pháp, ví dụ, tạo ra khả năng nhạy cảm cao của hệ điều khiển đối với trường hợp đứt mạch trong thời gian ngắn (chẳng hạn như khi có giông bão), đối với thay đổi nhiệt độ và đối với các tia gây nhiễu.

Tất nhiên là không thể phát hiện tất cả mọi sự cố trước khi chúng xảy ra, nhưng cũng sẽ là đủ nếu ít nhất là những khả năng xảy ra sai số quan trọng nhất và nguy hiểm nhất được giám sát.

Bảo dưỡng và dịch vụ CNC.

Để đạt được tốc độ sản xuất cao, ngoài biện pháp thay đổi dụng cụ nhanh và chạy nhanh khi không cắt, còn là giảm thời gian máy hỏng . Các máy NC hầu hết hoạt động theo 2 hoặc 3 ca liên tục, các máy thay thế không phải trong trường hợp nào cũng có và thời gian máy hỏng thường không bù lại được. Thời gian dành cho sửa chữa thường là không định trước được, làm cho mỗi khi máy hỏng sẽ gây rối loạn quá trình gia công. Vì vậy phải xác định kịp thời các biện pháp có nhiều hiệu quả để giảm thời gian máy hỏng. Một trong những biện pháp quan trọng nhất là thoả thuận với nơi sản xuất ra máy NC, để trong trường hợp cần thiết nhất không phải chờ đợi lâu phụ tùng thay thế hoặc thợ lắp máy. Tất nhiên nơi sử dụng máy NC có thể mua trước phụ tùng thay thế và tự bảo quản, nhưng không thể đảm bảo được rằng các chi tiết hỏng có nằm trong số các phụ tùng thay thế đã mua và bảo quản. Trong trường hợp đó hệ thống dịch vụ của nhà sản xuất máy NC phải có chức năng thực hiện dịch vụ tại nơi sử dụng máy NC. Một kho lưu trữ và bảo quản phụ tùng thay thế tốt, kết hợp với một số thợ sửa chữa năng động là tiền đề đảm bảo hỗ trợ cho nơi sử dụng máy NC kịp thời và có hiệu quả khi máy hỏng. Bằng cách sử dụng đúng các phương tiện vận chuyển sẵn có, có thể đảm bảo đưa nhanh phụ tùng thay thế tới nơi cần thiết.

Mặt khác nơi sử dụng NC cũng cần phải đào tạo lực lượng riêng được tập huấn và tiếp nhận kỹ thuật tại nơi sản xuất máy NC. Không phải lúc nào những lỗi tinh vi cũng gây ra hỏng máy NC. Theo thống kê, khoảng 70% các trường hợp sự cố của máy NC có nguyên nhân đơn giản, mà lại có thể khắc phục nhanh bằng kiến thức cơ sở và tương đối có hệ thống. Các hệ thống CNC có tích hợp các trợ giúp chuẩn đoán và phát hiện sai số hữu hiệu, mạnh để hỗ trợ người sử dụng máy NC khi gia công. Người sử dụng chỉ còn phải tiếp cận, học và vận hành mà thôi, nếu không thì các trợ giúp này không có giá trị gì.

Tác động của NC đối với máy công cụ.

Sau khi máy công cụ thông thường được trang bị hệ điều khiển NC, đã xuất hiện rất nhanh những kiểu, loại máy và phương pháp gia công theo định hướng NC. Các trung tâm gia công, các máy đột dập, máy lasser và máy tia lửa điện dùng điện cực đây là những ví dụ ứng dụng NC. Sau đó là xu hướng phát triển các máy có thể thực hiện tối đa nhiều phương pháp gia

công trên một phôi trong một lần gá, như kiểu máy tiện nhưng có thể phay được và trung tâm có nhiều trục để gia công phôi từ 5 phía. Hệ thay dụng cụ, hệ thay bệ (phiến gá) tự động và các thiết bị giám sát phối hợp với nhau nâng cao mức độ tự động hoá của máy. Bộ truyền, các hệ làm mát và các ổ đỡ trục mới ngăn ngừa biến động về độ chính xác do biến dạng nhiệt của máy. Các đường trượt và bộ truyền vít me + đai ốc có chuỗi các viên bi cầu lăn tuần hoàn trên đường ren chính xác cao, không có khe hở , có tác dụng bảo vệ chống phoi và chất làm mát xâm nhập vào bộ truyền. Cuối cùng, máy phải có độ cứng vững tĩnh và động tương ứng với giá trị gia tốc cao và tải trọng lớn.

Tác động của NC đối với dụng cụ.

Dụng cụ chuyên dụng cho máy NC đã được phát triển từ những dụng cụ tiêu chuẩn. Các dụng cụ dùng cho máy NC cần đáp ứng những yêu cầu đặt ra đối với các hệ thống dụng cụ thích hợp với máy NC như sau:

- Gá đặt dụng cụ theo giải pháp định hình, ví dụ, dụng cụ có chuôi côn, có ren để gá kẹp lên máy.
- Cứng vững cao.
- Cung cấp chất làm mát qua dụng cụ.
- Có khả năng điều chỉnh trước (bên ngoài máy).
- Thay đổi dụng cụ thủ công và tự động.
- Sử dụng cơ cấu nắm (tóm) để thay đổi dụng cụ.
- Độ chính xác thay đổi dụng cụ cao.
- Có khả năng nhận dạng dụng cụ tự động.

Người sử dụng máy NC có nhiệm vụ giới hạn số lượng dụng cụ dùng cho máy NC vì dung lượng ổ tích dụng cụ có giới hạn nhất định và thay đổi dụng cụ cũng không kinh tế. Do vậy những người sử dụng NC có kinh nghiệm phân biệt rõ ba loại dụng cụ như sau: dụng cụ tiêu chuẩn; dụng cụ hàng loạt và dụng cụ chuyên dùng, rồi sử dụng các loại dụng cụ đó sao cho chi phí gia công phù hợp. Phương pháp này cũng định hướng các nhà thiết kế sản phẩm để họ không thiết kế những kết cấu sản phẩm dẫn tới chi phí dụng cụ cao.

Tác động của NC đối với phần tử phát động.

Do máy NC có gia tốc cao hơn và chịu tải mạnh hơn bắt buộc các bộ phát động, các bộ truyền,các đường trượt, các trục vít me có ren thang, hệ thống bôi trơn, các ổ đỡ phải có kích thước đủ lớn. Trước hết các trục vít me có ren hình thang được thay thế bằng bộ truyền vít me + đai ốc + bi cầu và các bộ phát động điều chỉnh vô cấp. Ở thời kỳ đầu , máy NC được lắp bộ phát động một chiều, sau đó là động cơ SERVO được sử dụng ngày càng nhiều ở máy NC. Động cơ SERVO có đặc điểm không phải giám sát và ít phải bảo dưỡng. Các bộ phận có chuyển động quay nhanh ở các máy chính xác cao phải được cân bằng tốt. Tốc độ chạy nhanh và tốc độ tiến dao ngày một cao hơn, nhất là khi gia công cao tốc. Giá trị gia tốc đạt tới $10m/s^2$, ở máy đặc biệt là $40\ m/s^2$.Toàn bộ hệ động lực học phải có khả năng nhận lực

lớn một cách an toàn, không gây thiệt hại. Đối với trường hợp có va đập, các bộ phát động của các trục phải có các khớp nối an toàn để tự dừng hoạt động.

Tác động của NC đối với giá thành.

Các trang bị NC, các bộ phận máy cứng vững hơn, các hệ thống đo và khâu lắp ráp chúng, thời gian dành cho công việc lắp ráp và đưa vào sử dụng cùng những yếu tố khác làm tăng giá thành của máy NC so với máy thường. Cộng vào đó là chi phí cho hệ thống lập trình, cho tập huấn và đào tạo sử dụng, chi phí cho thiết bị hiệu chỉnh dụng cụ trước khi gá đặt dụng cụ lên máy NC. Ngoài ra biện pháp liên kết nhiều máy NC với nhau còn có chi phí cho hệ thống vận chuyển phôi , bệ (phiến gá) phôi, các gá kẹp, hệ thống điều khiển NC tập trung trực tiếp dẫn đến việc gia công trên máy NC đắt hơn rất nhiều.

Để bù lại, tốc độ sản xuất trên máy NC phải cao hơn máy thường. Vì vậy, người mua máy NC phải tính toán chính xác lợi nhuận sẽ thu được ở chế độ 2 hoặc 3 ca sản xuất.

Tác động của NC đối với tổ chức xí nghiệp.

Việc sử dụng các máy NC có tác động đến toàn bộ quá trình chế tạo các chi tiết, từ khâu thiết kế kết cấu chi tiết, qua khâu chuẩn bị công nghệ và khâu gia công cho đến các khâu bảo quản và lắp ráp sản phẩm.

Quá trình thông tin tích cực, khẩn trương và mối tương quan giữa các bộ phận tạo tiền đề cho việc sử dụng có hiệu quả kinh tế các máy NC và phát huy các ưu điểm của chúng trong sử dụng. Điều đó bắt đầu ngay từ giai đoạn lập kế hoạch và mua sắm máy NC, đặc biệt là đối với máy NC đầu tiên. Đối với các máy NC tiếp theo, các vấn đề và những công việc chuẩn bị sẽ ít hơn vì có thể dựa vào kinh nghiệm thu được ở máy NC đầu tiên và công việc sẽ dễ dàng hơn.

Thông thường, quá trình nghiên cứu triển khai để đưa máy NC vào một xí nghiệp thường gồm ba bước như sau:

* Thay thế một máy thường bằng một máy NC.
* Mở rộng khâu gia công NC bằng cách mua thêm những máy NC khác và tiếp tục triển khai mở rộng khâu gia công trên các máy NC, không sử dụng các máy khác.
* Liên kết và tự động hoá nhiều máy NC trong các hệ thống gia công linh hoạt với hệ điều khiển DNC và máy tính chỉ đạo.

Với bước thứ nhất hoặc thứ hai, nhóm lập kế hoạch cũng phải kiểm tra xem phương pháp lập trình nào cần được áp dụng. Ở đây có hai phương pháp lập trình cạnh tranh nhau, đó là lập trình tại xưởng và lập trình tại khâu chuẩn bị sản xuất.

Tác động của NC đối với việc mua sắm máy.

Để giảm tối đa các rủi ro, người mua máy phải ưu tiên những sản phẩm đã hoàn thiện, đã được kiểm nghiệm trong thực tế sử dụng. Trên cơ

sở các sản phẩm NC, người mua tự định hướng theo các hệ thống mà trong xí nghiệp của mình đã có, vì phụ tùng thay thế là một yếu tố tạo thành chi phí không thể bỏ qua nhưng do sự phát triển tiếp theo của các máy và hệ điều khiển, những yêu cầu này ngày càng cao của khách hàng và những đề án máy mới luôn luôn không phải bao gì cũng có lời giải chắc chắn. Thông thường, những yêu cầu của khách hàng chỉ được đáp ứng bằng các đề án máy mới và hệ điều khiển mới. Vì vậy, người mua máy cần phải đặt ra ba yêu cầu chính đối với toàn bộ hệ thống ưu tiên của mình như sau:

* Phải đảm bảo hoạt động tốt và tin cậy, sao cho đạt được hiệu quả quy định. Trong phạm vi 6 tháng vận hành, khâu đánh giá thống kê phải chỉ rõ là đang tiến dần đến mục tiêu đã định trước.

* Lập trình, vận hành và bảo dưỡng máy phải đơn giản và dễ học. Vì vậy, hãng chế tạo máy phải có chương trình đào tạo, tập huấn và hướng dẫn người sử dụng, khi có sự cố phải hỗ trợ và trợ giúp ngay. Cần có tài liệu (thuyết minh hay hướng dẫn sử dụng) đầy đủ về máy để cung cấp cho người sử dụng.

* Không chỉ có những chức năng NC cơ bản, mà còn có các phần mềm chuyên dụng, được đặt, mà trong nhiều trường hợp việc mua sản phẩm (máy NC) phụ thuộc vào chúng. Các chức năng và các phần mềm này phải bảo đảm chạy tốt ở thời điểm chuyển giao máy cho nơi sử dụng. Điều này đặc biệt quan trọng khi cần giảm nhẹ lao động hoặc nâng cao mức độ tự động hóa của máy.

b) Khái niệm "trục" (axis).

Các khái niệm trục toạ độ, chiều chuyển động của máy công cụ điều khiển số được quy định trên phạm vi quốc tế (tiêu chuẩn ISO - Recommendation R 841); dựa trên cơ sở quy tắc ba ngón tay của bàn tay phải mà định nghĩa chiều của ba chuyển động cơ bản vuông góc với nhau là X, Y, Z như sau: *ngón tay cái là trục X, ngón tay trỏ là trục Y và ngón tay giữa là trục Z; còn đầu của các ngón tay này chỉ chiều dương của trục (hình7-11).*

Để định nghĩa các trục của một máy NC theo quy tắc bàn tay phải, người ta quy định là đút ngón tay giữa vào lỗ lắp dụng cụ cắt của trục máy, đó chính là trục Z và ngón tay giữa chỉ rõ chiều dương là chiều từ phôi đi ngược về phía trục máy. Sau đó xoay bàn tay phải sao cho ngón tay cái chỉ theo chiều chuyển động của trục dài nhất, đó chính là trục X, trục X thường nằm ngang. Từ đó mà trục Y được tự động xác định và ngón tay trỏ chỉ chiều dương của trục Y.

Tất cả các trục khác còn lại dựa theo ba trục cơ bản X, Y, Z là:

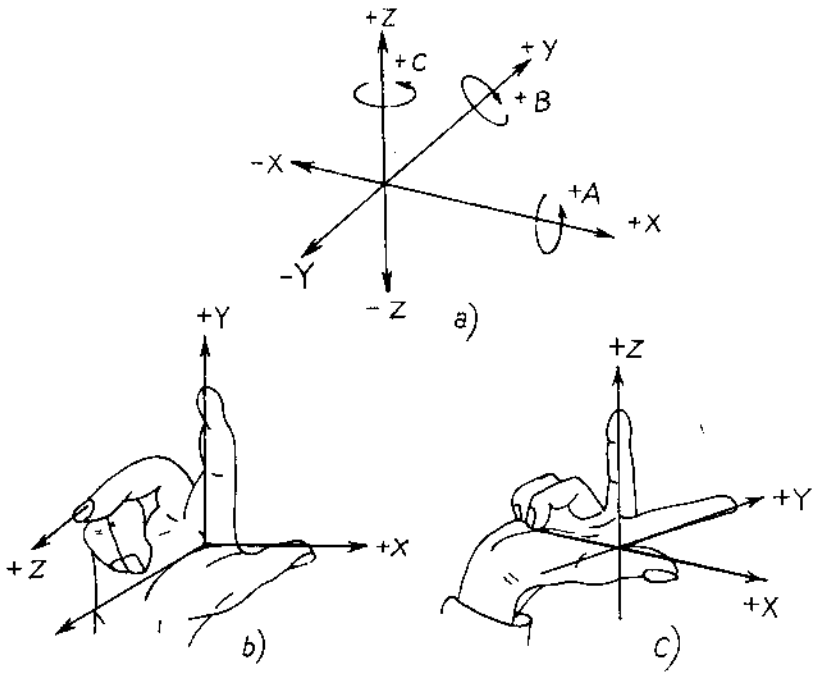
A, B và C là các trục quay tròn so với trục X, Y hoặc Z; nghĩa là: A quay quanh X, B quay quanhY và C quay quanh Z.

Chiều quay của các trục A, B và C là chiều dương nếu nhìn từ gốc hệ trục về chiều dương của các trục X, Y, Z mà có chiều quay phải, quy tắc

này còn gọi là quy tắc mở nút chai (khi xoáy vào thì chiều của trục mũi vặn nút chai và chiều quay của nó là dương).

U, V và W là các trục song song với ba trục chính X, Y, Z.

P, Q và R là các trục không bắt buộc song song với ba trục chính X, Y, Z. Trục R chủ yếu dùng ở các chu trình khoan ở dạng địa chỉ ứng với mặt phẳng gốc của phôi gia công, nghĩa là khi trục Z được chuyển từ chế độ chạy nhanh không cắt sang chế độ tiến dao để cắt.



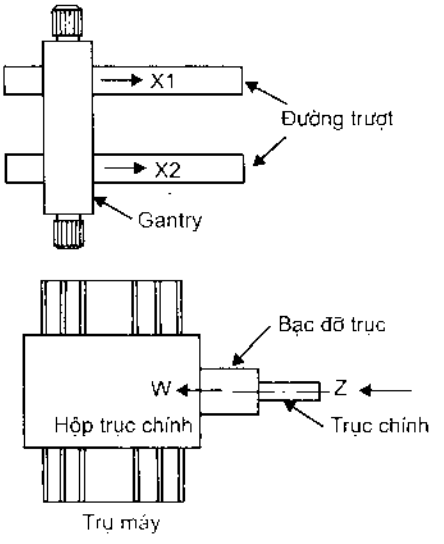
Hình 7-11. *Hệ trục toạ độ Đêcac và các quy định về trục.*
a) Hệ trục tọa độ Đêcac .
b) Diễn tả các trục khi trục Z nằm ngang.
c) Diễn tả các trục khi trục Z thẳng đứng.

Cần có thêm khái niệm về trục khác, ví dụ, X1/X2 hoặc Y1/Y2. Đó là trường hợp ở những máy NC có trụ đứng và các dầm ngang có thể di chuyển được, còn gọi là các trục dạng cổng (granty), cần phải có hai bộ khởi động tách biệt cho các chuyển động ở hai phía vì các sống trượt của máy bố trí khá xa nhau. Đặc biệt là các trục chuyển động phối hợp được lập trình với địa chỉ như nhau, có thể là X hoặc Y. Hình 7-12 để phân biệt các trục dạng cổng.

Khi xác định chiều dương của trục , phải theo giả định là dụng cụ luôn luôn chuyển động và phôi gia công luôn luôn đứng im.

Chiều dương của các trục trong trường hợp này được xác nhận như chiều dương của các chuyển động: +X, +Y, +Z, +A, +B hoặc +C.

Trong trường hợp mà phôi gia công chuyển động, như ở bàn toạ độ, chiều chuyển động và chiều của trục là ngược nhau. Khi bàn chuyển động sang phải thì dụng cụ thực hiện một chuyển động tương đối sang trái. Trong trường hợp này phải cho chiều thực tế của trục, với địa chỉ có thêm dấu nháy (') ở trên đầu như sau: +X', +Y', +Z', +A', +B' hoặc +C'. Quy định này có ưu điểm là người lập trình có thể tạo lập các chương trình NC mà không bị lệ thuộc vào cấu tạo của máy. Chuyển động tương đối mong muốn giữa dụng cụ và phôi luôn luôn được đảm bảo đúng chiều, không phụ thuộc cấu hình của máy.



Hình 7-12. *Phân biệt các trục dạng cổng (granty) và các trục song song.*

c) Quá trình xử lý số.

Khái niệm NC, CNC được phân biệt như sau:

NC = Numerical Control = điều khiển số.

CNC = Computerised Numerical Control = điều khiển số bằng vi tính.

Máy công cụ NC, CNC có cấu tạo tổng quát gồm hai phần chính là:

+ Máy công cụ thực hiện quá trình gia công (tiện, phay, khoan, mài, laser, tia lửa điện, xung điện, . . .).

+ Hệ điều khiển số (bộ điều khiển số NC hoặc bộ điều khiển số dùng vi tính CNC).

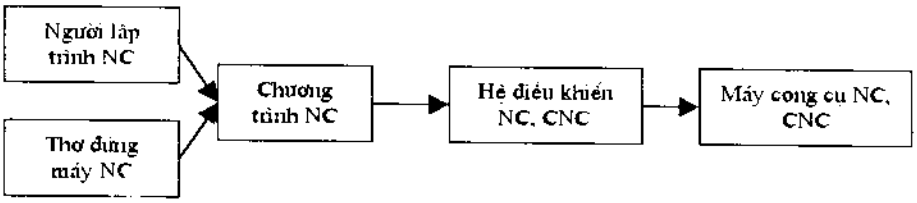
Dữ liệu mô tả tiến trình và nội dung gia công chi tiết cơ khí được lưu giữ ở hệ điều khiển số (NC, CNC) dưới dạng chương trình NC do người thợ đứng máy hoặc do kỹ thuật viên lập trình soạn thảo hoặc do hệ CNC của máy công cụ soạn thảo tự động theo ngôn ngữ lập trình sử dụng cho máy (do các hãng chế tạo máy CNC cài đặt và quy định).

Chương trình CNC được nạp từ ngoài vào hệ NC, CNC trực tiếp bằng tay thông qua bàn điều khiển của máy công cụ hoặc bàn phím của

máy vi tính nối với máy công cụ; hoặc thông qua các vật mang tin như băng đục lỗ, bìa đục lỗ, băng từ dùng cho hệ NC, đĩa compact (CD), đĩa mềm. . . dùng cho hệ CNC.

Quá trình gia công chi tiết trên máy NC, CNC được thực hiện tự động, độ chính xác và năng suất gia công do máy quyết định, không phụ thuộc vào người thợ đứng máy; người thợ đứng máy chỉ còn chức năng giám sát và can thiệp kịp thời vào quá trình đó khi cần thiết (ví dụ: khi có sự cố ngẫu nhiên xảy ra).

Nguyên lý hoạt động của máy NC, CNC được mô tả như sau:



(Xu hướng: người lập trình NC và thợ đứng máy NC là một, không tách biệt).

Sự khác nhau giữa hai thế hệ máy công cụ NC và CNC là ở hệ điều khiển bằng số và phương thức điều khiển phụ thuộc hệ điều khiển số.

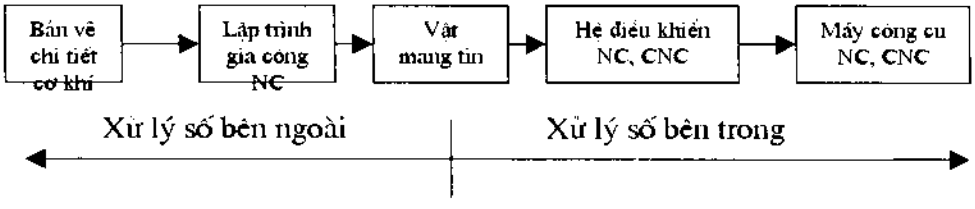
Chương trình NC là phần mềm có cấu trúc thống nhất chung áp dụng cho cả hai hệ thống máy công cụ NC và CNC; được xây dựng theo nguyên lý điều khiển số.

Máy công cụ hoạt động theo nguyên lý điều khiển số là những máy công cụ làm việc theo các dữ liệu đầu vào ở dạng các số và theo các hệ lệnh điều khiển (dịch chuyển, nội suy, hiệu chỉnh, đóng/ngắt, . . .).

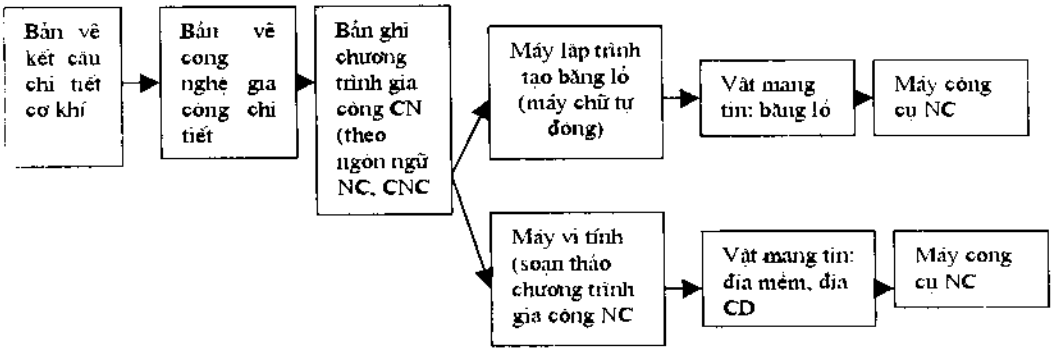
Quá trình xử lý số là bản chất của quá trình điều khiển NC, CNC và gồm có hai giai đoạn là:

* Xử lý số bên ngoài (lập chương trình NC) để tạo ra vật mang tin lưu trữ và truyền tải chương trình NC.
* Xử lý số bên trong (gia công theo chương trình NC đã lập) từ vật mang tin.

Mô tả quá trình xử lý số ở máy công cụ NC, CNC:



Việc chuẩn bị công nghệ cho quá trình gia công chi tiết trên máy công cụ NC, CNC được mô tả như sau:



Chuẩn bị công nghệ gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ NC, CNC

Lưu ý: - Phần lớn nội dung chuẩn bị công nghệ có thể tách rời máy công cụ NC, CNC (thực hiện ở phòng lập trình NC với sự hỗ trợ của kỹ thuật tin học, máy tính).

- Công việc lập trình NC gắn liền với việc tạo ra vật mang tin thích hợp với hệ điều khiển số của máy công cụ NC, CNC (vật mang tin = vật ghi chương trình NC, ví dụ: băng lỗ, đĩa mềm).

- Chương trình NC được lập theo ngôn ngữ thích hợp với máy công cụ NC, CNC; ví dụ: ngôn ngữ ISO; APT; AUTOSPOT; SPLIT; COMPACT; ADAPT; EXAPT; AUTOTECH; SYMAP, . . tùy theo các hãng chế tạo máy công cụ NC, CNC đã quy định và cài đặt ở hệ điều chỉnh NC, CNC, mà gốc là hệ mã NC quốc tế ISO 6983.

- Hệ phần mềm vạn năng (MS - DOS) được sử dụng để tạo lập chương trình NC.

- Các loại mang tin được dùng cho máy công cụ NC, CNC:

** Máy công cụ NC dùng vật mang tin là:*

+ Bìa đục lỗ có dung lượng tin là 7 bit/cm^2.

+ Băng đục lỗ có dung lượng tin là 15 bit/cm^2.

(chương trình NC ghi trên băng đục lỗ: không sửa chữa được)

+ Băng từ có dung lượng tin 1250 bit/cm^2.

(chương trình ghi trên băng từ dễ xóa, dễ sửa, dễ nhiễm bẩn, dùng khi máy không có nội suy)

** Máy công cụ CNC:*

+ Các chức năng điều khiển, quá trình xử lý - tính toán được các cụm vi xử lý đảm nhiệm từng phần hoặc toàn bộ.

+ Các cụm vi xử lý (vi tính) được lắp đặt trực tiếp vào hệ điều khiển của máy công cụ, có khả năng chương trình hóa

+ Chương trình NC đã lập có thể lưu trữ trên các đĩa từ 5 inch 1/4' (inch) đến 3 inch 1/2' và có thể sửa đổi, hiệu chỉnh nhanh.

d) Quá trình phát triển của kỹ thuật gia công NC, CNC.

Kỹ thuật gia công NC, CNC có quá trình phát triển như sau:

Máy đơn lẻ NC, CNC → Trung tâm gia công NC, CNC → Tế bào gia công NC, CNC → Hệ thống gia công linh hoạt NC, CNC

* Trung tâm gia công NC, CNC:

+ Gia công hoàn chỉnh các loại, kiểu, cỡ chi tiết cơ khí khác nhau nhưng cùng một dạng chi tiết (chi tiết tròn; chi tiết không tròn) bằng nhiều phương pháp gia công khác nhau (Tiện + khoan; tiện + phay; phay + khoan) trong một lần gá phôi, gia công nhiều bề mặt chi tiết đồng thời.

+ Bàn gá phôi: xoay, lật để gia công nhiều mặt toạ độ khác nhau.

+ Thay dụng cụ, gá đặt (tháo dỡ) phôi (chi tiết) tự động bằng hệ cung ứng tự động gồm: ổ tích phôi; ổ tích dụng cụ và cơ cấu thay đổi dụng cụ (phôi): tay máy, người máy.

+ Thường có hai trục công tác để gia công thô và tinh.

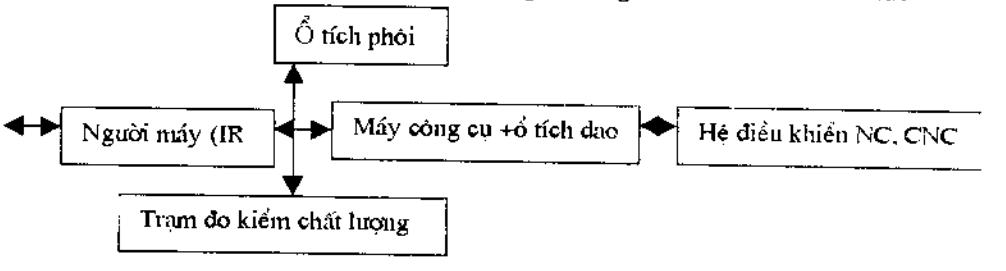
Ví dụ: - TVC 300, TVC 400 của hãng TRAUB (Đức) có thể gia công chi tiết tròn (trục), chi tiết không tròn (hộp).

- CNC TRAUB — TNS 26 (Đức) để tiện phôi thanh tròn.
- CNC TRAUB — TNA 480 để phay, tiện chi tiết tròn.

* Tế bào gia công:

Tế bào này phát triển trên cơ sở trung tâm gia công nhưng hoàn thiện hơn, tự động hóa cao hơn, có thể hoạt động trong suốt một ca sản xuất. Ví dụ: tế bào gia công của hãng TRAUB (Đức):

TRAUB - CNC - TNA 480D + FHS 2, có thể tiện + phay + khoan các chi tiết cơ khí dạng tròn (D_{max}=80mm; L_{max}= 1000/2000mm), có ổ tích 22 dụng cụ cắt với 14 dao đồng thời trên hai bàn dao, có thể gia công 500 kiểu/ cỡ chi tiết dạng tròn, có hai đầu dao rêvonve, phôi gia công có trọng lượng lớn nhất là 20 kG. Sơ đồ của tế bào gia công NC và CNC như sau:



* Hệ thống gia công linh hoạt (FMS)

+ Nối ghép mềm (linh hoạt) nhiều máy, trung tâm gia công, thông qua hệ thống cung ứng phôi/dụng cụ tự động, điều khiển linh hoạt với máy tính.

+ Phạm vi ứng dụng kinh tế (hình 7-3)

Mức độ tự động hóa các thế hệ máy công cụ NC, CNC:

Thao tác	Máy thường	Máy NC	Máy CNC
Gia công	Máy	Máy	Máy
Kiểm tra, điều chỉnh	Người	Máy	Máy
Điều khiển thứ tự (tiến trình) gia công	Người	Người	Máy
Chuẩ bị công nghệ: + Sáng tạo + Diễn đạt	 Người Người	 Người Người	 Người Máy tính
Tỷ lệ thao tác: Người / Tổng số	4/5	3/5	1/5

e) Các phương thức điều khiển bằng số (NC).

Điều khiển dịch chuyển của máy, dụng cụ, phôi để tạo ra bề mặt chi tiết theo yêu cầu là chức năng của hệ điều khiển NC, CNC.

Các hệ thống NC, CNC được chia thành ba dạng cơ bản phù hợp với ba phương thức điều khiển dịch chuyển, đó là:

+ Điều khiển điểm.

+ Điều khiển đoạn thẳng (tuyến tính).

+ Điều khiển biên dạng (cong, phi tuyến tính).

Ứng dụng (hình 7-13).

+ Điều khiển điểm: máy gia công lỗ (máy doa toạ độ NC).

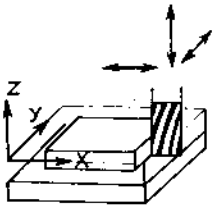
+ Điều khiển đoạn thẳng (tuyến tính): máy tiện NC, máy phay NC gia công các bề mặt có kích thước hai chiều (2D).

+ Điều khiển biên dạng (cong, phi tuyến tính): máy tiện NC, máy phay NC gia công các bề mặt có kích thước ba chiều (3D), biên dạng phức tạp đòi hỏi phải điều khiển dịch chuyển theo quỹ đạo cong (có quan hệ hàm số bậc cao giữa các toạ độ di chuyển, phải có mật độ thông tin cao về quỹ đạo dịch chuyển mới đạt độ chính xác gia công theo yêu cầu).

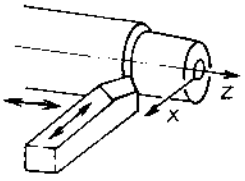
g) Bộ nội suy.

Bộ nội suy là một máy phát hàm số, đưa ra các lệnh thích hợp với các dữ liệu ban đầu để điều khiển chạy dao trên các toạ độ riêng lẻ, trùm lên một quỹ đạo cho trước theo mong muốn (quỹ đạo thẳng, quỹ đạo cong). Bộ nội suy của hệ điều khiển NC, CNC sẽ thực hiện phép nội suy lập ra quỹ đạo dịch chuyển phức tạp, chính xác để tạo ra bề mặt gia công có biên dạng yêu cầu.

Các đường chạy dao phay



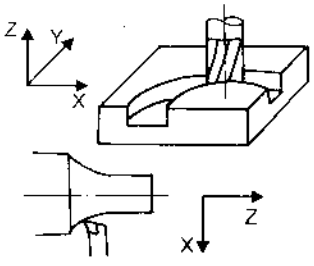
Các đường chạy khi tiện



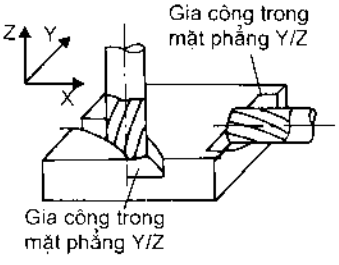
Điều khiển theo đường.

Điều khiển đường viền 2D Điều khiển đường viền 2 ½ D Điều khiển đường viền 3D

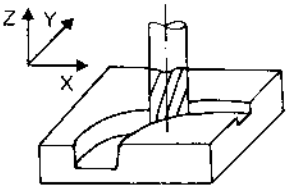
Điều khiển đường viền 2D

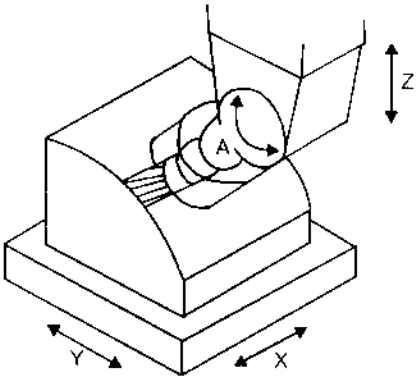


Điều khiển đường viền $2\frac{1}{2}$D

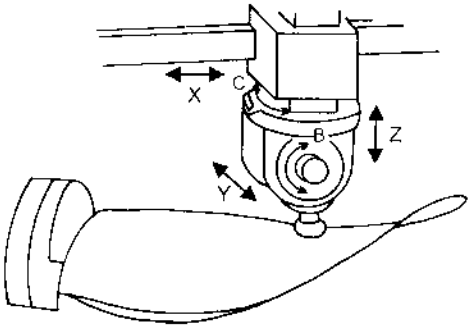


Điều khiển đường viền 3D





Điều khiển đường viền 4D



Điều khiển đường viền 5D

Hình 7-13. *Các phương thức điều khiển bằng số.*

Bộ nội suy có cấu trúc là một máy tính đơn chức (có một chức năng giới hạn), được lắp đặt trong hay ngoài tủ điều khiển của máy công cụ NC:

+ Xử lý số bên trong ứng với bộ nội suy trong (lắp đặt trong tủ điều khiển của máy công cụ NC); bộ nội suy trong là một cụm điện toán (máy tính) cho từng máy công cụ NC.

+ Xử lý số bên ngoài ứng với bộ nội suy ngoài (lắp đặt bên ngoài tủ điều khiển của máy công cụ NC); các thiết bị xử lý số dùng vào việc lập chương trình NC đảm nhiệm cả chức năng nội suy hoặc được xử lý bằng cách nối ghép máy tính trực tiếp, không cần bộ nhớ trung gian (nguyên lý nối ghép trực tiếp ON - LINE). Bộ nội suy ngoài có khả năng phục vụ nhiều máy công cụ NC (theo nguyên lý điều khiển bằng số trực tiếp, DNC) chính là máy tính xử lý quá trình.

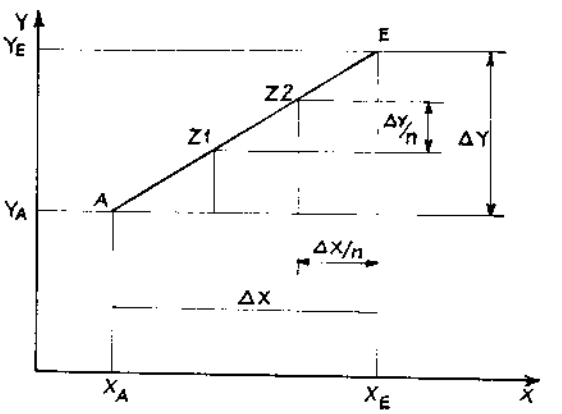
Quỹ đạo gia công thực luôn luôn được hệ điều khiển NC, CNC so sánh với quỹ đạo chuẩn và được hiệu chỉnh tức thời trong quá trình gia công chi tiết.

Bộ nội suy tính toán theo chương trình cài đặt sẵn (trên cơ sở giá trị toạ độ của điểm đầu) các gía trị toạ độ của các điểm trung gian ứng với quỹ đạo dịch chuyển của máy, dụng cụ, phôi để lập quỹ đạo gia công ứng với bề mặt gia công theo yêu cầu.

Trong thực tế có hai phép nội suy cơ bản đó là:

+ Nội suy đường thẳng (hình 7-14):

Các điểm trung gian (Z_1. . . Z_m) của quỹ đạo thẳng được tính toán bằng cách cộng liên tục các đoạn thẳng tăng thêm bằng nhau vào giá trị toạ độ của điểm đầu tiên (A), tới khi đạt toạ độ của điểm cuối cùng (E).

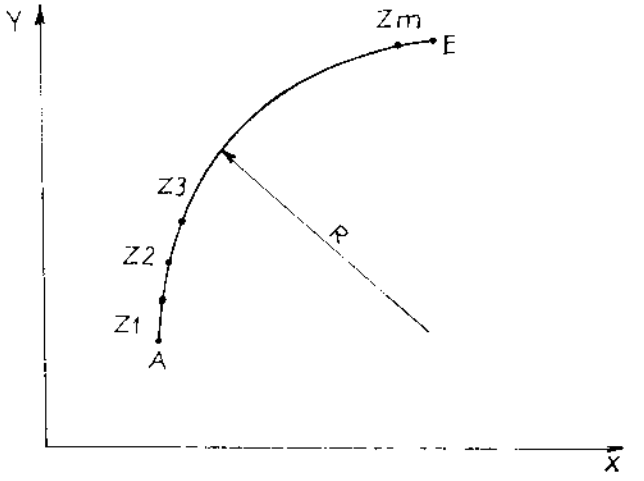


Hình 7-14. *Nội suy đường thẳng.*
n - số đoạn thẳng chia nhỏ của quỹ đạo thẳng từ điểm đầu A đến điểm cuối E.

+ Nội suy đường tròn (phi tuyến) (hình 7-15):
Nội suy phi tuyến là phép tích phân, thực hiện ở các bộ tích phân theo quan hệ hàm số tích phân là:

$$Y = \int_{t_0}^{t_1} x(t).dt$$

các toạ độ điểm đầu tiên của quỹ đạo phi tuyến (XA, YA) được cài đặt vào bộ tích phân, các lượng tăng (gia số) ban đầu cần có là ΔXA, ΔYA. Ví dụ: khi nội suy phi tuyến hai chiều (2D) để tạo ra một cung tròn có bán kính R = 100mm, với dung sai cho phép là 0,01mm thì phải xác định khoảng 20.000 điểm trung gian liên tiếp (Z_1 . . . Z_m) thì cung tròn mới trơn tru.



Hình 7-15. *Nội suy đường tròn.*

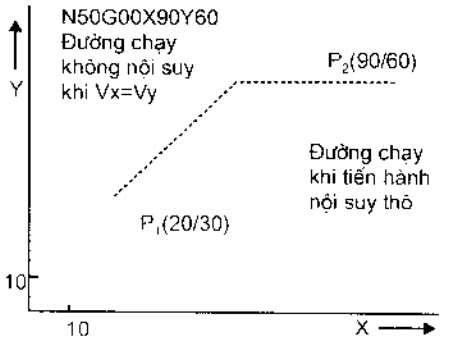
Chuyển động dịch chuyển thực tế khi gia công sẽ không được thực hiện theo kết quả ở từng bước tính toán nội suy, mà thực hiện theo bước dịch chuyển tới trị số 0,01mm hoặc 0,001mm, tùy theo thang chia vạch thực tế của hệ đo lường dịch chuyển trên máy công cụ NC, CNC.

h) Các chức năng thực hiện gia công trên máy công cụ NC, CNC.

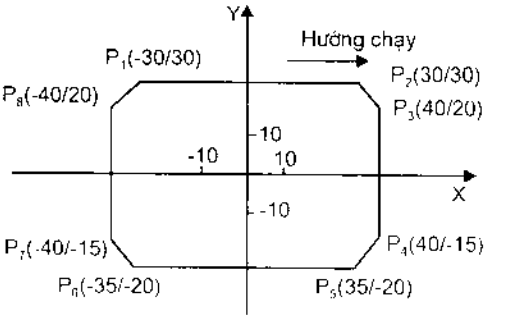
Chương trình gia công NC bao gồm các câu lệnh điều khiển NC ứng với các chức năng sau:

+ Chuyển dịch tương đối giữa dụng cụ cắt và phôi theo một chương trình xác định (chuyển động đảm bảo quá trình cắt về tốc độ cắt, công suất cắt).
+ Quá trình cung ứng dụng cụ cắt.
+ Quá trình cung ứng phôi.
+ Quá trình bôi trơn, làm nguội, làm sạch.

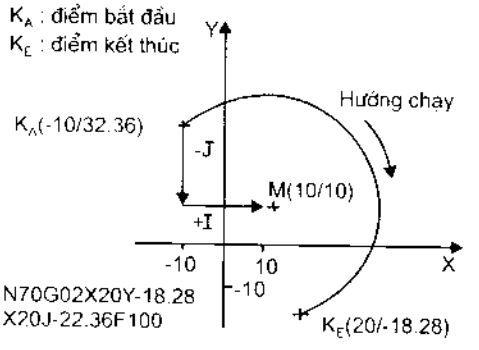
Hình 7-16a và b là một số ví dụ về phép nội suy.

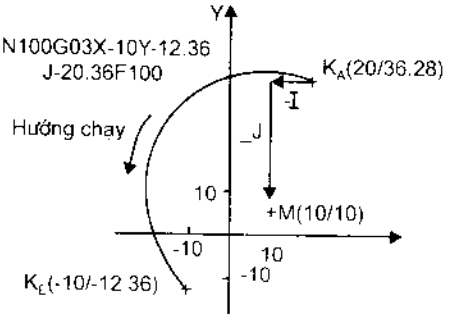


Chuyển động trong chạy dao nhanh



Chuyển động của dao với
nội suy đường thẳng

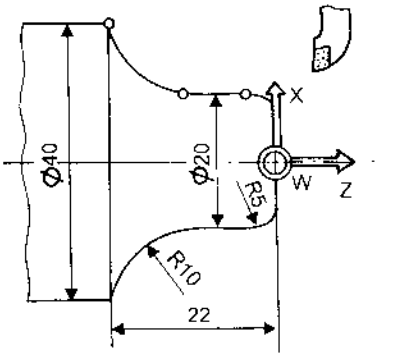




Chuyển động của dao với nội suy
đường tròn

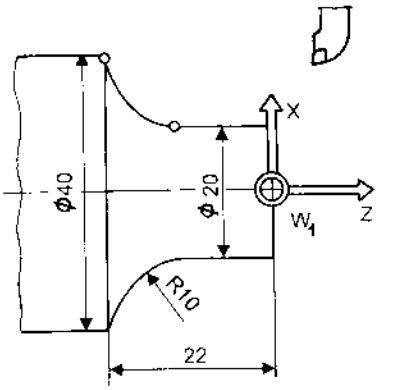
Hình 7-16a. *Một số ví dụ về phép nội suy.*

N1	G90				
N2	G96	G95	F0-8	g100	
N3	G00	X0	Z1	M04	
N4	G01		Z0		
N5		X10			
N6	G03	X20	Z-5	I0	X5
N7	G01		Z-12		
N8	G02	X40	Z-22	I10	K0
N9	G00	X200	100		
N10				M30	

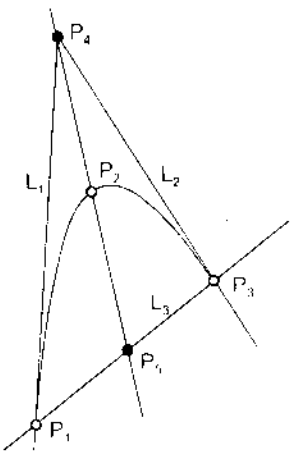


Nội suy đường tròn khi tiện

N1	G90			
N2	G96	G95	F0-8	g100
N3	G00	X20	Z1	M04
N4	G01		Z-12	
N5	G02	X40	Z-22	R-10
N6	G00	X200	Z100	
N7				M30



Lập trình theo bán kính



Nội suy parabol

Hình 7-16b. *Một số ví dụ về phép nội suy.*

i) Hệ toạ độ máy, điểm không của máy, điểm không của phôi và điểm kiểm tra dụng cụ.

Dụng cụ cắt của máy công cụ NC, CNC thực hiện dịch chuyển tùy theo dạng máy công cụ NC, CNC gồm: dịch chuyển dọc, dịch chuyển ngang, . . .

Các điểm nằm trong phạm vi không gian làm việc của máy công cụ NC, CNC phải được xác định và định nghĩa chính xác, do đó cần phải có hệ toạ độ máy.

Khi lập chương trình gia công NC phải thừa nhận: phôi đứng im và dụng cụ cắt di chuyển trong hệ toạ độ của máy công cụ NC, CNC.

* Hệ toạ độ máy (các trục chuyển động = các trục điều khiển CN, CNC).

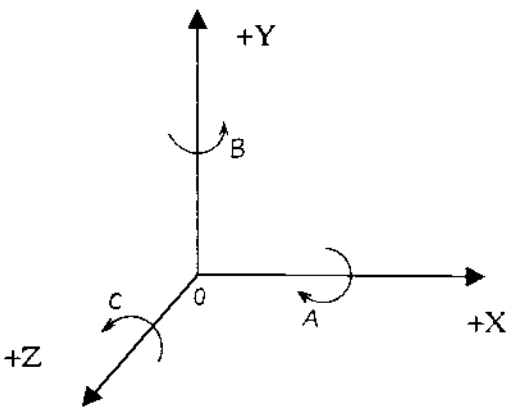
Ứng với chuyển động của dụng cụ cắt có 6 trục chuyển động (6 trục điều khiển) như hình 7-17 là:

X, Y, Z - các chuyển động tiến thẳng theo các trục X, Y, Z.

A - chuyển động quay quanh trục X.

B - chuyển động quay quanh trục Y.

C - chuyển động quay quanh trục Z.



Hình 7-17. *Các trục điều khiển số cơ bản*

Ngoài ra, khi cần thiết còn có các chuyển động phụ khác phối hợp như: P, Q, R, U, V, W.

Khi phôi chuyển động thì các trục chuyển động (các trục điều khiển) đối với phôi sẽ là: X', Y', Z', A', B', C'.

Chiều quay là dương (+) khi nhìn từ điểm gốc (0) của hệ toạ độ, hướng theo chiều dương (+) của các trục X, Y, Z và quay theo chiều kim đồng hồ.

* Điểm không của máy (M).

Điểm không của máy (M) do hãng chế tạo máy NC, CNC quy định, người sử dụng máy phải chấp nhận.

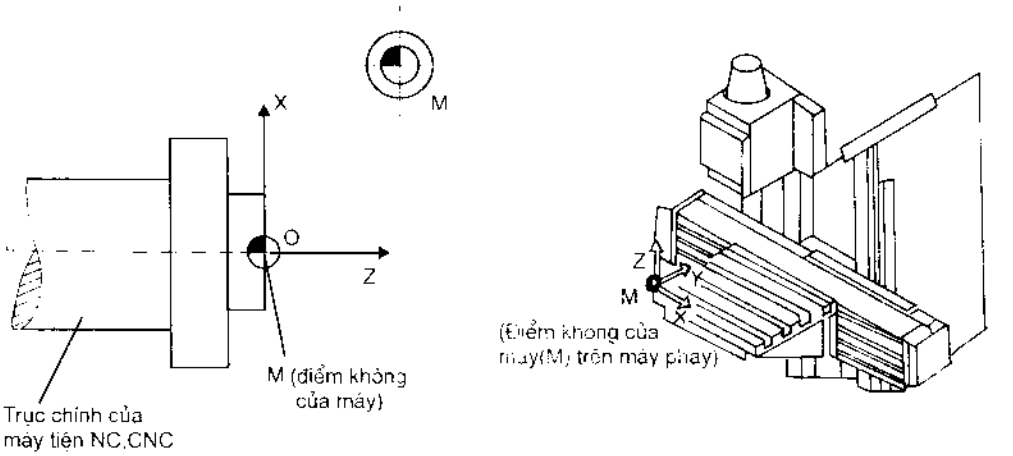
M là điểm không của hệ toạ độ máy.

Ví dụ: máy tiện NC, CNC có điểm không (M) là tâm của bề mặt đầu của trục chính máy; còn ở máy phay NC, CNC thì điểm (M) ở góc trái, phía ngoài ứng với bàn máy (hình 7-18).

*Điểm chuẩn của máy (R)

Có nhiều trường hợp không thể chạy về điểm không của máy (M) theo một trục, ví dụ, ở máy phay có một trụ đứng, ụ trục chính không thể chạy tới bề mặt bàn máy được. Ở các máy rất dài, nếu thường xuyên phải chạy về điểm không của máy (M) thì rất tốn thời gian; ở những trường hợp phải chạy trở về điểm không của máy (M) lại bị vướng phôi hoặc cơ cấu kẹp và ở những máy có bàn quay phân độ hoặc có đồ gá lật. Để thuận tiện hơn đối với các trường hợp này phải có một điểm chuẩn để chạy về. Như vậy, không cần phải đưa vị trí trục về không nữa, mà đưa trục về điểm có giá trị tương ứng với hiệu số xác định từ điểm không của máy (M) và điểm chuẩn (R).

Trong thực tế, điểm không của máy (M) và điểm chuẩn (R) không phải dễ dàng phân biệt. Do vậy, ở những máy mà trước khi thay đổi dụng cụ hoặc thay đổi bệ (phiến gá phôi) phải chạy về một điểm xác định, điểm đó cũng được gọi là điểm chuẩn.



Hình 7-18. *Điểm không (M) của máy công cụ NC, CNC.*

* Điểm không của chi tiết gia công (W).

Điểm W xác định hệ toạ độ của chi tiết gia công (phôi) trong quan hệ với điểm không của máy (M).

Điểm W do người lập chương trình gia công NC (dùng cho chi tiết gia công) xác định và nạp vào hệ điều khiển máy NC, CNC.

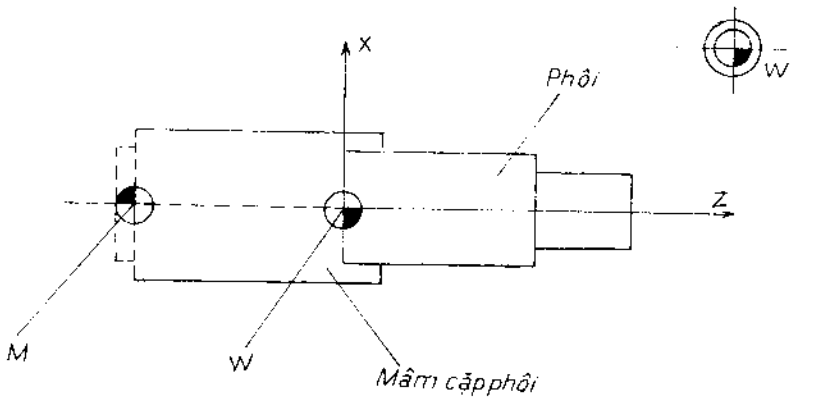
Điểm W được xác định sao cho:

+ Quy đổi thuận tiện các kích thước trên bản vẽ chi tiết cần gia công thành các giá trị toạ độ trong phạm vi không gian làm việc của máy công cụ NC, CNC.

+ Định hướng kẹp chặt, điều chỉnh, kiểm tra hệ đo lường dịch chuyển thuận tiện.

Ví dụ:

- Chi tiết gia công trên máy tiện NC, CNC: điểm không của phôi (W) đặt dọc theo trục và tại mặt đầu phải hoặc trái của phôi (hình 7-19).



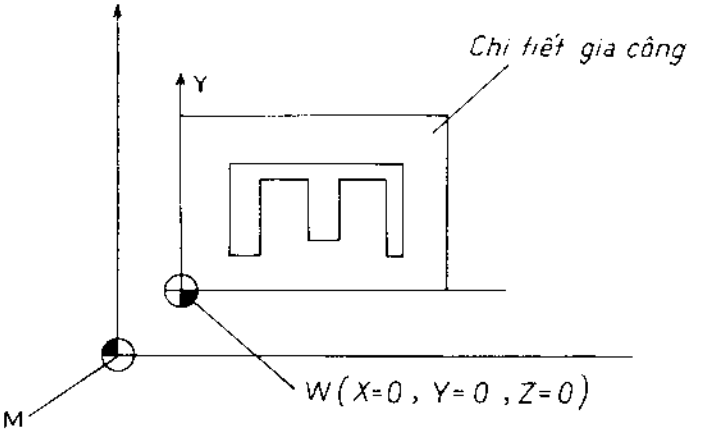
Hình 7-19. *Điểm không của phôi (W) trên máy tiện NC, CNC.*

- Chi tiết gia công trên máy phay NC, CNC: điểm không của phôi (W) cần được xác định theo sơ đồ hình 7-20.

Điểm không của phôi (chi tiết gia công) W còn được gọi là điểm không của chương trình gia công NC ứng với phôi (chi tiết) đó.

* Điểm kiểm tra dụng cụ gia công (E).

Để điều khiển lưỡi cắt của dao dịch chuyển dọc theo quỹ đạo gia công đảm bảo chính xác cần phải có điểm kiểm tra dụng cụ (ký hiệu là E).



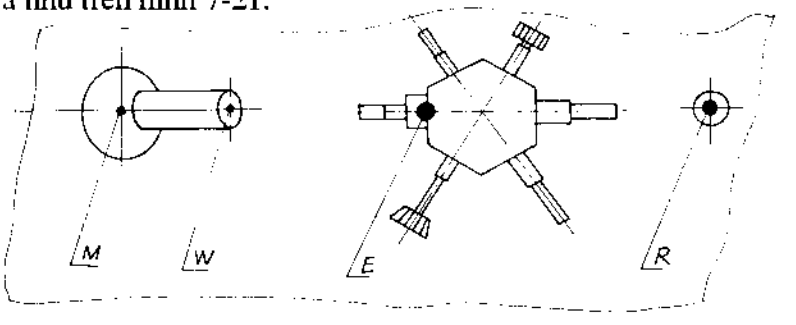
Hình 7-20. *Điểm không của phôi (W) trên máy phay/khoanCN, CNC.*

Kích thước dao được đo kiểm tra chính xác trên máy kiểm tra dụng cụ cắt, trị số kích thước dao được nạp vào bộ nhớ (lưu trữ các số liệu về dụng cụ cắt của hệ điều khiển NC, CNC).

Kích thước dao có quan hệ với điểm định vị dao trên máy (đã xác định trước).

Điểm E xác định trên thân dao.

Quan hệ giữa các điểm M, W, R, E trên máy công cụ NC, CNC được mô tả như trên hình 7-21.



Hình 7-21. *Các điểm quy định M, W, R, E trên máy công cụ NC, CNC.*

Các thông tin về dịch chuyển đối với máy gia công NC, CNC có ba ý nghĩa là:

+ Trị số dịch chuyển xác định vị trí điểm đích.
+ Dấu của dịch chuyển cho biết hướng (chiều) tiến tới.
+ Thứ tự dịch chuyển xác định tiến trình.

Thông tin về dịch chuyển được diễn đạt bằng các địa chỉ ứng với các chữ cái: X, Y, Z, A, B, C, U, V, W, i, J, K, R.

Thông tin về dịch chuyển có thể được thể hiện ở bản vẽ dưới dạng các kích thước tuyệt đối hoặc kích thước tương đối hoặc kết hợp giữa hai

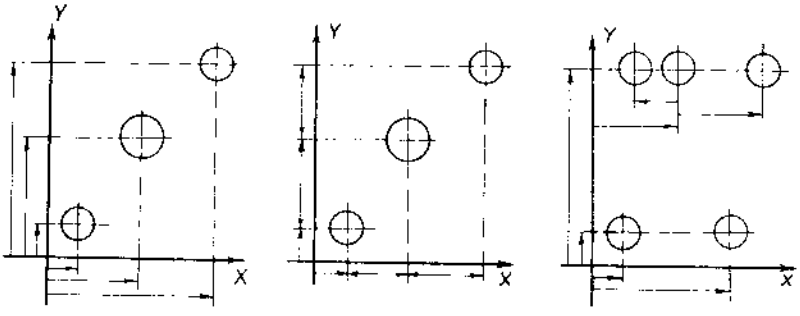
loại kích thước đó. Cả ba cách ghi kích thước như vậy cần được cho phép trong chương trình NC, nhằm sử dụng trực tiếp các kích thước của bản vẽ thiết kế chi tiết cơ khí (hình 7-22, hình 7-23).

Kích thước tuyệt đối cho biết khoảng cách của một vị trí tới điểm không của chương trình.

Kích thương tương đối xác định lượng chênh lệch về dịch chuyển (quãng đường) của một vị trí so với vị trí phía trước nó.

Thông qua các từ lệnh NC là G90 hoặc G91 mà chuyển đổi dạng kích thước, không cần phải lệnh bỏ điểm không của chương trình.

Ưu điểm của cách lập trình theo kích thước tuyệt đối là sự thay đổi của một vị trí không có ảnh hưởng gì đến các kích thước khác, còn cách lập



a) Kích thước tuyệt đối. b) Kích thước tương đối. c) Kích thước hỗn hợp.

Hình 7-22. *Cách ghi kích thước gia công trong chương trình NC.*

trình theo kích thước tương đối khi một vị trí thay đổi lại phải thay đổi cả vị trí tiếp theo nó. Mặt khác khi trở lại chương trình đã bị gián đoạn thì cách lập trình theo giá trị tuyệt đối sẽ đơn giản hơn.

Ưu điểm của cách lập trình theo kích thước tương đối có thể là:

+ Tổng các kích thước X và tổng các kích thước Y phải bằng không (0) khi quay trở lại vị trí xuất phát, nhờ đó khâu kiểm tra sai số lập trình sẽ đơn giản. Ở cách lập trình hỗn hợp giữa tuyệt đối và tương đối thì khả năng kiểm tra này không có nữa.

+ Các chương trình thứ cấp (chu trình) như khoan, cắt rãnh, vát mép và phay được lặp lại ở các vị trí khác nhau một cách đơn giản.

k) Chương trình NC.

Máy công cụ NC và CNC không có sự khác nhau cơ bản về ngôn ngữ lập trình và công nghệ gia công cuả máy công cụ; do vậy, khái niệm "chương trình NC" được dùng chung cho cả hai thế hệ máy này.

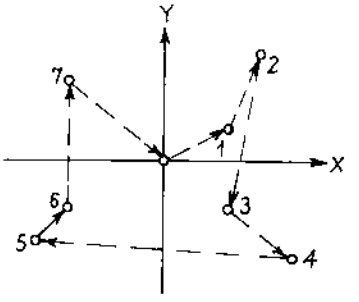
Chương trình NC là tập hợp những chỉ dẫn cần thiết cho quá trình gia công một chi tiết cơ khí trên máy công cụ điều khiển NC hoặc CNC.

Cấu trúc của chương trình NC, câu lệnh NC, từ lệnh NC được quy định theo tiêu chuẩn quốc tế ISO 6983 (tương đương tiêu chuẩn Đức DIN-66025).

Chương trình NC gồm nhiều câu lệnh NC. Mỗi câu lệnh NC lại coa nhiều từ lệnh NC.

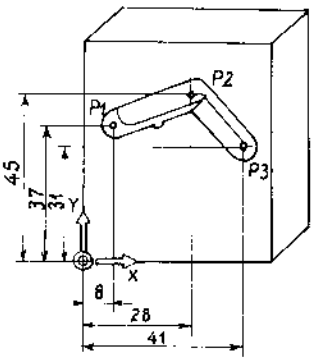
Câu lệnh NC là sự ghép nối tối thiểu các từ lệnh cần thiết để thực hiện một chuyển dịch hoặc một chức năng khác của máy công cụ NC, CNC; ví dụ:

N10 G00 Z-25000 X60250; (N10 là câu lệnh 10; G00 là lệnh chạy nhanh không cắt; toạ độ cần dịch tới là Z = -25mm, X = 60,25mm; còn dấu (;) là dấu kết thúc của câu lệnh NC).



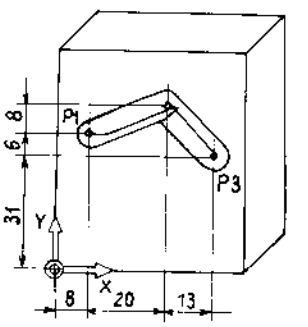
PT	Lập trình kích thước tuyệt đối		Lập trình kích thước tương đối	
	X	Y	X	Y
1	4	2	+4	+2
2	6	7	+2	+5
3	4	-3	-2	-10
4	8	-6	+4	-3
5	-8	-5	-16	+1
6	-6	-3	+2	+2
7	-6	+5	0	+8
0	0	0	+6	-5
			Σ = 0	Σ

N1	G90	F200	g3000
N2	G00	X8	Y37
N3		Z1	M03
N4	G01		Z-10
N5		X28	Y-15
N6		X41	Y31
N7	G00		Z100
N8		X0	Y0
N9		X0	M30



Lập trình theo kích thước tuyệt đối

N1	G91	F200	g3000
N2	G00	X8	Y37
N3		Z-99	M03
N4	G01		Z-11
N5		X20	Y8
N6		X13	Y-14
N7	G00		Z110
N8		X-41	Y-31
N9			M30



Hình7-23a. *Ví dụ về lập trình theo kích thước tuyệt đối, tương đối.*

Từ lệnh NC là sự phối hợp các con số và chữ cái để lượng hóa chính xác các chức năng yêu cầu thực hiện, ví dụ:

X420000 (nghĩa là: dịch chuyển trên trục X một đoạn là 420mm).

Ví dụ về cấu trúc tổng quát của một câu lệnh NC trong chương trình NC:

N. . . G. . . XYZ . . .ABC . . . IJK. . . HD . . . T . . .M . . . S . . . F . . . CRLF

Trong đó: N . . . thứ tự câu lệnh NC trong chương trình NC.

G . . . điều kiện/dữ liệu dịch chuyển.

XYZ . . . các toạ độ thẳng (vị trí).

ABC . . . các toạ độ góc (góc quay).

I JK. . . thông số nội suy.

IJK. . . ghi nhớ, hiệu chỉnh.

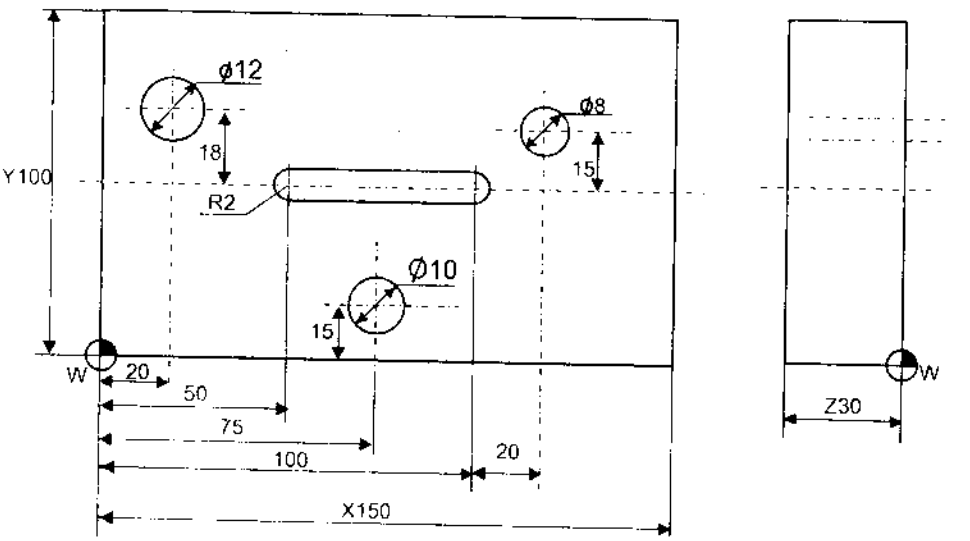
T . . . lệnh về dụng cụ gia công.

M . . .lệnh về chức năng phụ (quay trục, dừng, tháo dao...).

S . . .thông số về tốc độ quay của trục dao (vận tốc cắt).

F . . . thông số về tốc độ chạy dao (lượng tiến dao).

CRLF hoặc dấu (;) ... hết câu lệnh và xướng câu lệnh tiếp theo.

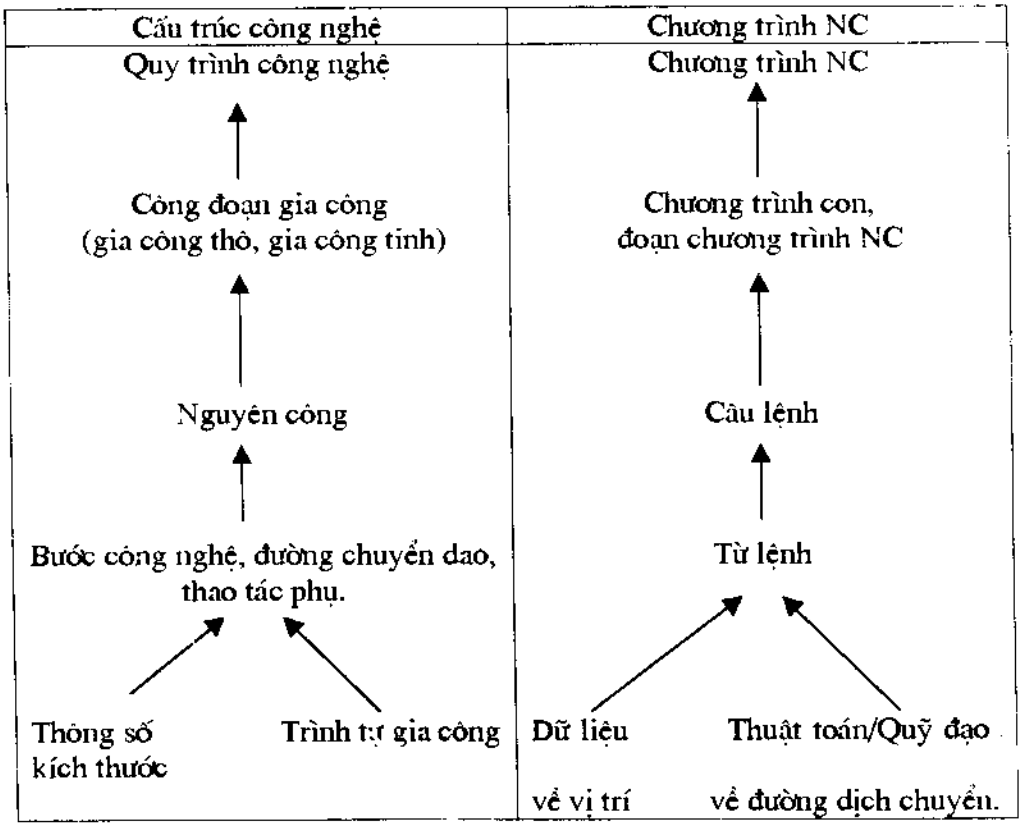


Hình7-23b. *Ví dụ về cấu trúc chương trình gia công NC theo quy định của hãng Denford (Anh).*

Ví dụ về cấu trúc chương trình gia công NC theo quy định của hãng DENFORD (Anh) hình 7-23b:

```
[Billet X150 Y100Z30;                    {Khai báo phôi}
[Edgemove X0 Y0 Z0;                      {Gốc phôi/Gốc chương trình}
[Tooldef T1 D12 Z5;
         T2 D4 Z3;                       { Khai báo dụng cụ cắt}
         T3 D8 Z5;
         T4 D10 Z5;

00100;                                   {Số hiệu chương trình}
G21;                                     {Đơn vị đo , mm}
G9 G28 X0 Y0 Z0;                         {Về gốc chương trình/ phôi}

M06 T1;                                  [Lắp dụng cụ 1}
G90 G00 X20 Y68 Z10 S2000 M03;           {Tới điểm gia công lỗ D12}
G01 Z0 F100;                             {Tới mặt phôi để gia công lỗ D12}
G01 Z-6 F100;                            {Khoan lỗ D12}
G00 Z25 M05;                             {Lùi lên cao dừng trục}
G91 G28 X0 Y0 Z0;                        {Về gốc chương trình/ phôi}

M06 T2;                                  [Lắp dụng cụ 2}
G90 G00 X50 Y50 Z10 S2000 M03;           {Tới điểm gia công rãnh}
G01 Z0 F100;                             {Tới mặt phôi để tạo rãnh}
G01 Z-2 F70;                             {Khoan mồi D4 sâu 2mm}
G01 X100;                                {Cắt rãnh dài 50mm}
G00 Z25 M05;                             {Lùi lên cao, dừng trục}
G91 G28 X0 Y0 Z0;                        {Về gốc chương trình/ phôi}

M06 T3;                                  [Lắp dụng cụ 3}
G90G00 X120 Y65 Z10 S2000 M03;           {Tới điểm gia công lỗ D8}
G01 Z0 F100;                             {Tới mặt phôi để gia công lỗ D8}
G01 Z-6 F100;                            {Khoan lỗ D8}
G00 Z25 M05;                             {Lùi lên cao, dừng trục}
G91 G28 X0 Y0 Z0;                        {Về gốc chương trình/ phôi}

MO6 T4;                                  [Lắp dụng cụ 4}
G90 G00 X75 Y15 Z10 S2000 M03;           {Tới điểm gia công lỗ D10}
G01 Z0 F100;                             {Tới mặt phôi để gia công lỗ D10}
G01 Z-6 F100;                            {Khoan lỗ D10}
G00 Z25 M05;                             {Lùi lên cao, dừng trục}
G91 G28 X0 Y0 Z0;                        {Về gốc chương trình/ phôi}

M30                                      {Dừng chương trình}
```

- So sánh giữ cấu trúc công nghệ và chương trình NC:

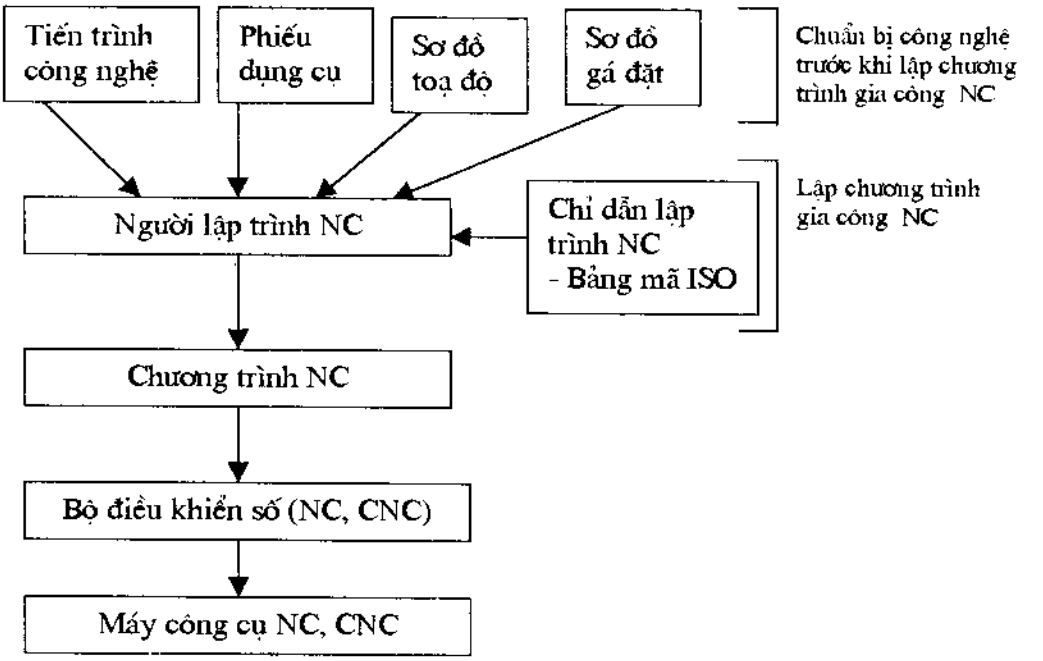


1) Lập chương trình NC.

Các công việc lập trình gia công NC gồm:

* Xác định điểm không (W) của chi tiết gia công.
* Lập sơ đồ gá đặt chi tiết gia công.
* Lập sơ đồ xác định toạ độ (xác định quan hệ vị trí giữa các yếu tố: điểm không của máy, điểm không của chi tiết, toạ độ các điểm gia công . . .).
* Lập tiến trình công nghệ gia công chi tiết (các nguyên công, thứ tự các nguyên công).
* Lập phiếu dụng cụ cắt (số hiệu dao, vị trí ở ổ tích dao, cơ cấu kẹp dao; dữ liệu công nghệ: n, v, S; dữ liệu hình học của dao: kích thước, hình dạng dao . . .).
* Lập chương trình NC theo chỉ dẫn lập trình, bảng cốt mã lập trình NC.
* Thử nghiệm, sửa đổi chương trình NC.

Phương thức lập trình gia công NC được mô tả theo sơ đồ sau:



m) Ngôn ngữ lập trình NC (mã ISO, ngôn ngữ APT).

Ngôn ngữ lập trình NC cho máy công cụ NC, CNC gồm hai cấp:

+ Cấp thấp: lập trình cơ sở bằng ngôn ngữ của hệ điều khiển số (mã ISO), ví dụ: ISO 6983, DIN 66025.

+ Cấp cao: lập trình nâng cao bằng ngôn ngữ APT (công cụ lập trình tự động).

So sánh trên cơ sở tương ứng giữa lập trình gia công NC và lập trình trên máy vi tính theo hai cấp ngôn ngữ lập trình:

+ Lập trình bằng mã ISO tương ứng với lập trình trên máy vi tính với ngôn ngữ ASSEMBLER.

+ Lập trình bằng ngôn ngữ APT tương ứng với lập trình trên máy vi tính bằng ngôn ngữ thuật toán (ngôn ngữ bậc cao) như C, PASCAL. . .

Phần mềm của một hệ thống điều khiển số, ứng với quá trình gia công chi tiết cơ khí, cần thiết cho lập trình gia công NC gồm:

* Hệ thống điều khiển số NC - OS có chức năng điều khiển quá trình gia công thông qua tệp chương trình dùng mã ISO. Phần mềm hệ điều hành CNC - OS của máy công cụ CNC kế thừa toàn bộ phần mềm sẵn có của hệ vi tính IBM - PC - XT/AT, ví dụ: hệ điều hành PC - MS - DOS và các chương trình hệ thống khác như BASIC, TASM, EDLINE . . .Phần cơ bản nhất của hệ CNC - DOS là hệ điều hành theo thời gian thực gồm các chương trình hệ thống của hệ CNC thay thế cho các thao tác của thợ đứng máy.

* Thư viện các chương trình điều khiển máy được lưu trữ và được phân loại theo dạng chi tiết gia công, có thể dùng lại khi lập trình gia công NC cho các chi tiết tương tự.

* Phần mềm tự động hóa lập trình chuẩn bị công nghệ được viết cho ngôn ngữ lập trình công nghệ APT nhằm hỗ trợ và tạo điều kiện thuận lợi cho người lập trình công nghệ gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ NC, CNC và các hệ thống gia công cấp cao (trung tâm gia công, hệ thống gia công linh hoạt FMS).

+ Mã ISO cơ bản.

Tiêu chuẩn quốc tế ISO 6983 quy định một bộ cốt mã cho các máy NC để điều khiển quá trình gia công chi tiết cơ khí.

Các hãng chế tạo máy công cụ NC, CNC sử dụng mã ISO có hiệu chỉnh để giữ bản quyền của mình trong sử dụng máy của hãng.

Các tiêu chuẩn quốc gia, ví dụ của Đức: DIN 66025 và DIN 66257 đều dựa trên tiêu chuẩn quốc tế ISO/DIS 6983 và ISO/DP 6983.

Ví dụ: hệ cốt mã cơ bản của ngôn ngữ lập trình NC theo chuẩn Đức DIN 66025

Ký tự	Chức năng điều khiển	Ký tự	Chức năng điều khiển
A	Chuyển động quay quanh trục X	R	Chuyển động thẳng thứ 3 song song với trục Z
B	Chuyển động quay quanh trục Y	S	Tốc độ quay của trục chính máy, vòng/phút
C	Chuyển động quay quanh trục Z	T	Chọn dụng cụ gia công /dao
D	Ghi kích thước bù dao (hiệu chỉnh dao khi dao mòn)	U	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục X
E	Bước tiến dao thứ hai , mm/phút	V	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục Y
F	Bước tiến dao thứ nhất, mm/phút	W	Chuyển động thẳng thứ hai song song với trục Z
G	Chức năng dịch chuyển	X	Chuyển động cơ bản/thẳng theo trục X
H	(Tùy chọn theo hãng chế tạo)	Y	Chuyển động cơ bản/thẳng theo trục X
I	Tham số/bước nội suy song song với trục X	Z	Chuyển động cơ bản/thẳng theo trục Z
J	Tham số/bước nội suy song song với trục Y	M	Chức năng phụ trợ
K	Tham số/bước nội suy song song với trục Z	N	Số thứ tự của câu lệmh
O	(Tùy chọ theo hãng chế tạo)	L	(Tùy chọn theo hãng chế tạo)
P	Chuyển động thẳng thứ 3 song song với trục X	Q	Chuyển động thẳng thứ 3 song song với trục Y

Các chức năng dịch chuyển (G):

Mã hiệu	*Chức năng*
G00	Chạy dao nhanh (không cắt)đến toạ độ đã lập chương trình.
G01	Dịch chuyển cắt thẳng (nội suy đường thẳng).
G02	Dịch chuyển cắt cung tròn (nội suy đường tròn) theo chiều kim đồng hồ
G03	Dịch chuyển cắt cung tròn (nội suy đường tròn) ngược chiều kim đồng hồ
G04	Thời gian trễ, thời gian gia công.
G17	Gia công theo mặt phẳng ngang XY.
G18	Gia công theo mặt phẳng đứng XZ.
G19	Gia công theo mặt phẳng đứng YZ.
G33	Cắt ren với bước ren không đổi.
G34	Cắt ren với bước ren tăng dần.
G35	Cắt ren với bước ren giảm dần.
G40	Bỏ chế độ bù dao (bỏ hiệu chỉnh dao).
G41	Bù (hiệu chỉnh) dao theo bán kính, về phía trái quỹ đạo cắt.
G42	Bù (hiệu chỉnh) dao theo bán kính, về phía phải quỹ đạo cắt.
G43	Bù dao dương theo quỹ đạo cắt.
G44	Bù dao âm theo quỹ đạo cắt.
G53	Xóa lệch chuyển dịch điểm không.
G54-G59	Lệnh chuyển dịch điểm không (G54,G55,G56,G57,G58,G59).
G60	Sai lệch chuyển dịch 1.
G61	Sai lệch chuyển dịch 2, kể cả chạy trên đường trượt.
G62	Định vị nhanh, chỉ chạy nhanh (không cắt).
G63	Đặt bước tiến dao 100%, ví dụ: tarô ren.
G64	Thay đổi bước tiến dao hoặc số vòng quay.
G70	Chạy về vị trí ban đầu theo trục Z.
G73	Bước tiến theo lập trình = bước tiến theo trục.
G74	Chạy về điểm chuẩn của trục 1 và 2.
G75	Chạy về điểm chuẩn của trục 3 và 4.
G80	Xóa, kết thúc các chu trình đã được gọi.
G81	Chu trình khoan lỗ thường.
G83	Chu trình khoan lỗ sâu.
G84	Chu trình tarô lỗ ren.
G85	Chu trình doa lỗ.
G86	Chu trình khoét lỗ.
G87	Chu trình phay lỗ vuông.
G88	Chu trình phay rãnh then.
G89	Chu trình phay lỗ tròn.
G90	Lập trình theo kích thước tuyệt đối.
G91	Lập trình theo kích thước tương đối.
G92	Chuyển dịch điểm chuẩn theo lập trình.
G94	Cho đơn vị tốc độ tiến dao là mm/phút.
G95	Cho đơn vị tốc độ tiến dao là mm/vòng.

Những lệnh G . . . còn trống là tùy chọn theo các hãng chế tạo máy NC, CNC.

Các chức năng phụ trợ (M):

Mã hiệu	*Chức năng*
M00	Dừng quá trình gia công, khởi động lại bằng nút START.
M01	Dừng có lựa chọn tương tự như M00.
M02	Kết thúc chương trình.
M03	Quay trục chính công tác , theo chiều kim đồng hồ.
M04	Quay trục chính công tác , ngược chiều kim đồng hồ.
M05	Dừng trục chính.
M06	Thay dụng cụ (dao) tự động.
M07	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 2.
M08	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 1.
M09	Tắt vòi phun dung dịch trơn nguội.
M10	Kẹp.
M11	Nhả kẹp.
M13	Quay trục chính công tác , theo chiều kim đồng hồ và bật vòi phun dung dịch trơn nguội.
M14	Quay trục chính công tác , ngược chiều kim đồng hồ và bật vòi phun dung dịch trơn nguội.
M19	Dừng trục chính ở vị trí góc nhất định.
M20	Chức năng M bổ sung (tùy chọn theo hãng chế tạo).
M30	Kết thúc chương trình gia công NC, tương tự như M00 và cuộn lại băng đục lỗ.
M31	Nhả khóa hãm.
M40...M45	Thay đổi cấp bộ truyền.
M50	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 3.
M51	Bật vòi phun dung dịch trơn nguội 4.
M60	Thay đổi chi tiết gia công.
M68	Kẹp chặt chi tiết gia công.
M69	Nhả kẹp chi tiết gia công.

Tất cả các lệnh M . . . còn trống là tùy chọn theo các hãng chế tạo máy NC, CNC.

Ví dụ: cấu trúc của một chương trình NC theo ISO — DIN — 66025 như sau:

```
% PM                {Chương trình chính}
N ?                 {Số hiệu chương trình}
N1 G17 hoặc G18     {Khai báo mặt phẳng cần gia công}
N2 G54              {Khai báo không gian của bàn máy công tác}
N4 G99              {Khai báo biên dạng của máy gia công}
N5
... ... ...
... ... ...         {Các câu lệnh của chương trình gia công}
... ... ...
N...G22             {Gọi chương trình con}
N...G23             {Xóa chức năng đặt điểm không}
M30                 {Kết thúc chương trình gia công NC}
```

Chú ý: Chương trình NC lập theo mã ISO là một tệp ký tự có cú pháp riêng, được lưu giữ trên đĩa mềm hay đĩa cứng, được lập bằng tay với sự hỗ trợ của một hệ soạn thảo văn bản nào đó (ví dụ: Side Kick, EDIT, MS-DOS 6.2)hoặc lập tự động (bằng máy vi tính của máy công cụ NC).

+ Ngôn ngữ lập trình APT (công cụ lập trình tự động).

Tổng quát về các ngôn ngữ lập trình công nghệ.

Ngôn ngữ APT do Học viện công nghệ Massachusetts Hoa Kỳ (M.I.T)triển khai trên hệ thống lập trình NC từ thánh 6 năm 1956, bắt đầu dùng trong sản xuất từ năm 1959, ngày nay được dùng rộng rãi ở Hoa Kỳ để lập trình theo quỹ đạo gia công, có tiềm lực mạnh về hình học. Khi lập trình quỹ đạo liên tục có thể điều khiển trên năm trục chuyển động.

Ngôn ngữ AUTOSPOT (hệ thống định vị dụng cụ tự động) do hãng IBM triển khai năm 1962 cho lập trình điểm, hiện nay các phiên bản của AUTOSPOT được sử dụng trong lập trình quỹ đạo.

Ngôn ngữ SPLIT (ngôn ngữ xử lý nội bộ Sundstrand) có thể điều khiển năm trục chuyển động, dùng để lập trình quỹ đạo. Ngôn ngữ này có bộ *hậu xử lý* được xây dựng bên trong chương trình. Mỗi máy công cụ sử dụng một bộ SPLIT riêng.

Ngôn ngữ COMPACT II là một chương trình hoàn chỉnh của hãng M.D.S.I (Công ty hệ thống dữ liệu gia công) trong tập đoàn ANN ARBOR ở bang Michigân Hoa Kỳ. Hãng này cho thuê hệ thống ngôn ngữ COMPACT II trên cơ sở phân chia thời gian sử dụng. Người lập trình sử dụng một trạm ở xa có liên hệ với hãng M.D.S.I để được cung cấp các băng điều khiển số (NC tapes).

Ngôn ngữ ADAPT (phần mềm phỏng theo ngôn ngữ APT) có một số phần mềm lập trình dựa trên chương trình APT, do hãng IBM triển khai theo hợp đồng với không quân Hoa Kỳ, dùng trên máy tính nhỏ và không mạnh bằng APT, dùng để lập trình thông thường và lập trình quỹ đạo.

Ngôn ngữ EXAPT (phát triển tập hợp con của APT) đã được triển khai ở Đức năm 1964, dựa trên cơ sở ngôn ngữ APT có ba phiên bản là:

EXAPT I - để điều khiển vị trí khi khoan, phay thẳng.

EXAPT II - để điều khiển gia công khi tiện.

EXAPT III - để điều khiển các nguyên công có quỹ đạo hạn chế.

Các ngôn ngữ lập trình khác ở châu Âu: AUTOTECH, SYMAP . . .

Kết luận: ngôn ngữ APT là ngôn ngữ đại diện cho phong cách lập trình gia công, được sử dụng rộng rãi nhất, được bổ sung và ngày càng hoàn thiện.

Ngôn ngữ APT

Ngôn ngữ APT có những đặc điểm sau:

- Tương đương với tiêu chuẩn Đức DIN 66246; DIN 66215.
- Được dùng để lập trình gia công NC với sự trợ giúp của máy tính.

- Với hệ lệnh sử dụng cho các hệ thống điều khiển số ứng với các phương pháp gia công: tiện, phay, mài, tia lửa điện, laser, siêu âm. . .

- Ngôn ngữ APT không những là ngôn ngữ điều khiển số, mà còn là chương trình máy tính để tính toán vị trí của lưỡi cắt theo các câu lệnh APT.

- Ngôn ngữ APT là hệ thống trong không gian ba chiều, điều khiển đồng thời năm trục, có hơn 400 từ khóa.

Để lập trình gia công NC bằng ngôn ngữ lập trình APT trước hết phải định nghĩa bề mặt cần gia công, định hướng dụng cụ cắt đến điểm định vị và dịch chuyển dụng cụ theo bề mặt cần gia công để thực hiện các nguyên công. Điểm nhìn của người lập trình là cố định, còn dụng cụ cắt được coi là dịch chuyển.

Có sáu loại câu lệnh trong một chương trình gia công NC theo ngôn ngữ APT sau:

+ Các câu lệnh định nghĩa ban đầu (định nghĩa hình học/ kích thước của phôi (chi tiết cần gia công); vật liệu gia công, đặc tính và thông số của dụng cụ cắt. . .)

+ Các lệnh dịch chuyển (định vị dụng cụ cắt, mô tả quỹ đạo chuyển động của dụng cụ cắt).

+ Các lệnh mô tả nguyên công (xác định - đặt chế độ cắt, chọn dao, bật / tắt dung dịch trơn nguội. . .).

+ Các lệnh phụ trợ công nghệ (định nghĩa dung sai, các chế độ dừng máy, các lệnh hiệu chỉnh dao).

+ Các cấu trúc điều khiển (vòng lặp, chương trình thứ cấp/chương trình con, các chu trình gia công).

+ Các lệnh tính toán (thực hiện các phép toán thông thường, tính toán các hàm số toán học vi phân-tích phân).

Chú ý:

- Mọi quy định, định nghĩa về hệ trục toạ độ, các điểm chuẩn... của ngôn ngữ lập trình APT cũng giống như ở hệ mã ISO.

- Mỗi câu lệnh NC, viết theo ngôn ngữ lập trình APT, có thể gồm một hay nhiều dòng và kết thúc bằng dấu chấm phẩy (;).

- Lời giải thích chỉ để người lập trình (người đọc) hiểu và không có tác dụng đối với chương trình NC được ghi trong dấu ngoặc nhọn({...}).

- Sử dụng chương trình con có sẵn. Các chương trình con (macro) đã được lưu giữ ở một tệp trên đĩa, khi sử dụng phải dùng dòng lệnh truy cập sau:

USEMAC " < Tên và đường dẫn tệp chương trình con> ".

Dòng lệnh này được đặt ở đầu chương trình NC. Nếu không chỉ rõ phần mở rộng của tên tệp thì máy sẽ tự động gán là MAC; còn nếu không ghi rõ đường dẫn thì máy sẽ tìm trên thư mục chủ.

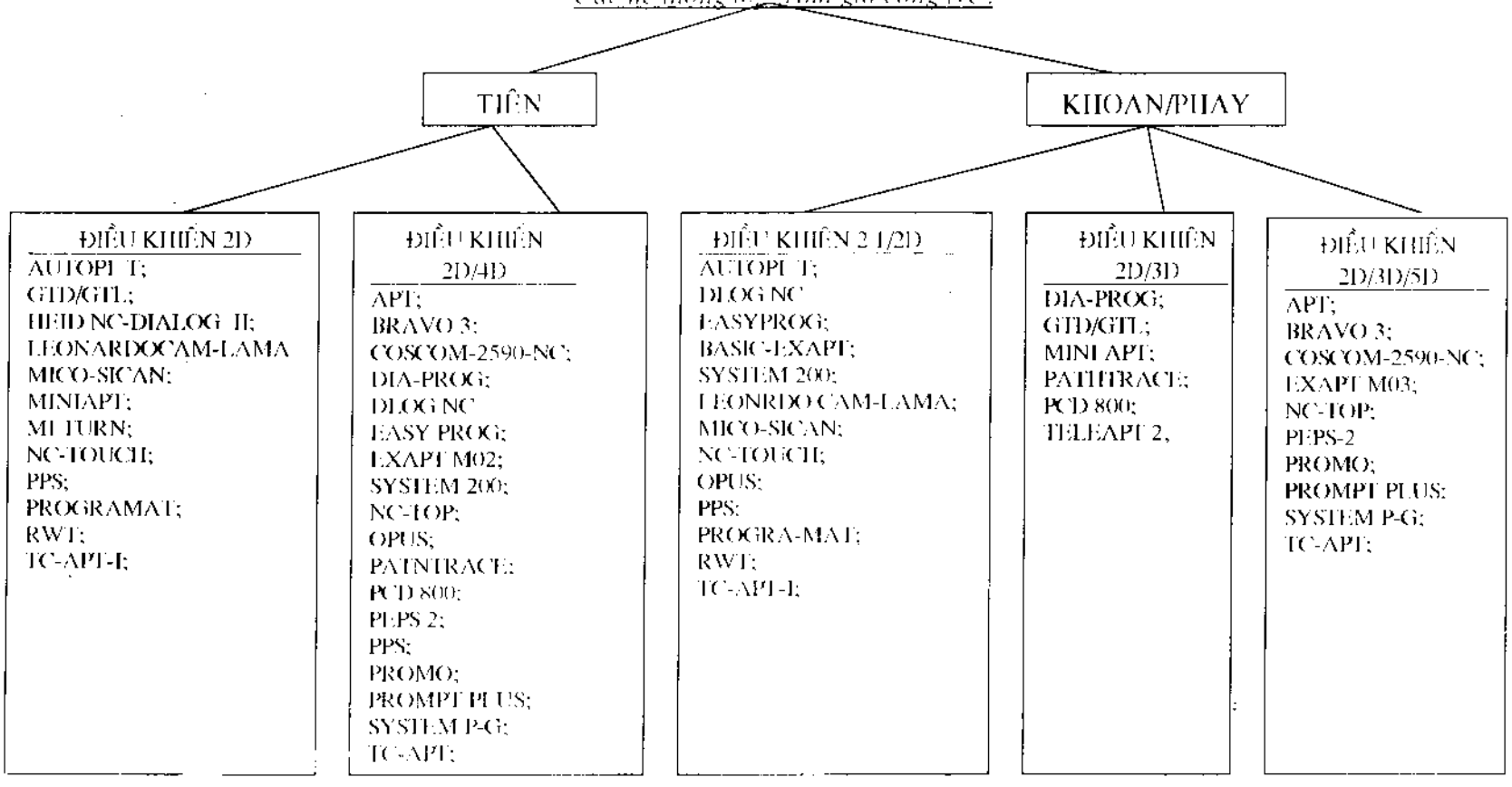
- Cấu trúc của một chương trình gia công NC theo ngôn ngữ lập trình APT phải theo quy định là phần thân chương trình phải bắt đầu bằng từ START và kết thúc bằng từ FINI.

Sau đây là ví dụ về một chương trình gia công NC viết theo ngôn ngữ lập trình APT:

```
PROGRAM <Tên chương trình>;
{Sử dụng các tệp có sẵn}
USEMAC "<Tên tập chương trình con>"
USEDAT T "<Tên tập chứa dữ liệu về dụng cụ gia công>"
USEDAT M "<Tên tập chứa dữ liệu về máy gia công>"
{Định nghĩa các hằng số}
DEFCON
<Tên hằng số > = <Bằng giá trị cụ thể>;
{Ví dụ: offset X = 2;
        Delta — Z = 0,5}
EDCON;
{Định nghĩa các biến số}
DEFVAR;
<Các câu lệnh khai báo biến>
{ Ví dụ: INT/ a,b;
         REL/gama;
         RESERV/INT/Delta [ 4 ], xichma [ 2 ];}
ENDVAR;
{Định nghĩa dụng cụ gia công trên đầu revolver}
DEFTUR
<Các câu lệnh xác định dụng cụ gia công>
{Ví dụ: TOOL/1, 1012
        TOOL/2, 1012}
ENDTUR;
{Định nghĩa biên dạng hình học chi tiết cần gia công}
DEFGEO
<Các câu lệnh định nghĩa hình học>
{Ví dụ: P1 = POINT/3,5,5,5;
        C1 = CIRCLE/3,3,6;
        L1 = LINE/P1, RIGHT, TANTO, C1}
ENDGEO;
{Định nghĩa chi tiết cần gia công và định nghĩa phôi}
DEFPRD
{Định nghĩa biên dạng}
PROFIL/ <Tên miền> ROT/; {Đây là máy tiện có 1 trục quya là trục Z}
<Các câu lệnh định nghĩa khác cho chi tiết gia công>
ENDPRD;
DEFWP
<Các câu lệnh định nghĩa phôi>
ENDWP;
{Phần chương trình chính (gia công NC)}
START
<Các câu lệnh APT gia công chi tiết . . .}
FINI;
```

Sau đây là bảng tổng quát về các hệ thống lập trình NC đang được sử dụng:

Các hệ thống lập trình gia công NC.



n) Hệ thống dụng cụ dùng cho máy NC.

Hệ thống dụng cụ phù hợp với các máy công cụ NC phải đảm bảo tích chất vạn năng và linh hoạt, phải thực hiện được mọi công việc gia công (cắt gọt), phải có độ cứng vững cao, phải đạt năng suất bóc phoi cao và phải có chi phí gia công có thể chấp nhận được.

Năng suất của máy công cụ NC chủ yếu là do khả năng cắt và độ tin cậy của các dụng cụ được dùng quyết định. Khả năng cắt của dụng cụ được diễn đạt bằng các đại lượng (khái niệm) như: thông số cắt tối đa (tốc độ cắt, lượng tiến dao), tiết diện phoi cắt, thể tích phoi cắt, tuổi bền và chiều dài cắt ứng với tuổi bền của dụng cụ cắt.

Độ tin cậy của dụng cụ có cơ sở công nghệ và cơ sở hình học. Cả hai cơ sở này là tiền đề để gia công tự động các chi tiết cơ khí đạt hiệu quả kinh tế.

Độ tin cậy công nghệ cho biết các thông số về khả năng cắt được đảm bảo thực tế ở mức độ như thế nào; nghĩa là phải xác định được trước khi cắt ở những thông số cắt nào sẽ không xảy ra hiện tượng vỡ dao và khối lượng phoi nào (ứng với tuổi bền dụng cụ) có thể bóc ra, mà không có ảnh hưởng gì tới chất lượng gia công, tính đến khi phải thay đổi lưỡi cắt.

Độ tin cậy về hình học của dụng cụ, xét về nguyên lý trong hệ thống chuyển động dụng cụ được điều khiển bằng số, là không thể thiếu vì: các kích thước yêu cầu của dụng cụ cũng được hệ điều khiển CNC xử lý giống như các kích thước yêu cầu của chi tiết gia công. Khi các kích thước thực của dụng cụ có sai lệch so với các kích thước yêu cầu, đã được nhớ trong hệ điều khiển CNC, thì có nghĩa là gia công có phế phẩm. Vì vậy, hệ thống dụng cụ dùng cho máy công cụ NC phải đảm bảo sao cho vị trí của lưỡi cắt, có tác động trực tiếp đến kích thước gia công, không thay đổi so với vị trí đã định trong quá trình cắt và sau mỗi lần thay đổi dụng cụ, lưỡi cắt lại có vị trí đó với độ chính xác cao . Việc tính toán hiệu chính (bù) dao được các hệ thống điều khiển hiện đại thực hiện dễ dàng, luôn luôn có tiền đề là tập hợp dữ liệu về kích thước thực. Điều đó thực hiện trong quá trình gia công là tốn kém, mất thời gian và chỉ nên giới hạn trong các trường hợp cần thiết như trước khi tạo ra các mối lắp ghép theo chế độ lắp ghép nhất định.

Ngoài độ tin cậy về công nghệ và độ tin cậy về hình học, nhiều người quan tâm đến các trung tâm gia công, còn xét đến tính linh hoạt của hệ thống dụng cụ. Các hệ thống dụng cụ ở đây được xây dựng theo nguyên lý môđun hóa, để từ chúng mà các linh kiện tiêu chuẩn hóa có thể được tổ hợp thành những dụng cụ phù hợp nhất với công việc gia công như các đồn khoan, đồn doa v.. v.

Bên cạnh khả năng cắt, độ tin cậy của dụng cụ , còn có yêu cầu về khả năng cung ứng nhẹ nhàng của hệ thống dụng cụ, đảm bảo phù hợp với kỹ thuật điều khiển NC và khả năng điều chỉnh nhanh theo nhiệm vụ thay đổi. Về mặt lý thuyết, chi tiết gia công và dụng cụ cắt là một cặp tác động tương hỗ.

Hệ thống dụng cụ tạo ra khâu nối giữa lưỡi cắt để tạo ra phoi và chịu tác động của các lực cắt, với máy công cụ thu nhận các lực cắt và đồng thời thực hiện những chuyển động giữa lưỡi cắt của dụng cụ và chi tiết gia công.

Hệ thống dụng cụ được tạo lập phù hợp với phương pháp gia công (ví dụ: khoan, phay hoặc tiện) và các đặc điểm thiết kế của máy công cụ tương ứng.

* Hệ thống dụng cụ và hệ thống cung ứng dùng trên các máy khoan - phay liên hợp.

Các máy khoan - phay liên hợp thông thường đã được nối ghép với hệ điều khiển bằng số tạo thành trung tâm gia công điều khiển NC. Đặc điểm của trung tâm gia công là dụng cụ cũng được thay đổi tự động. Trong trường hợp cá biệt, vì lý do kinh tế, ở máy khoan - phay liên hợp, dụng cụ vẫn thay đổi bằng tay; nhưng các phần tử của nó vẫn cần phải thiết kế và chế tạo phù hợp với định hướng tự động hóa toàn bộ khâu cung ứng dụng cụ sau này.

Những phần tử (linh kiện) cơ bản:

+ Phần tử tiếp nhận dụng cụ, để lắp dụng cụ vào trục chính của máy công cụ.

+Dụng cụ, được ghép nối và đo kiểm trước với phần tử tiếp nhận dụng cụ ở bên ngoài máy công cụ.

+Ổ tích dụng cụ có chức năng lưu giữ các dụng cụ cần thiết cho quá trình gia công.

+ Thiết bị (đồ gá) thay đổi dụng cụ có chức năng thay đổi dụng cụ, kể cả tiếp nhận (gá đặt) dụng cụ , giữa vị trí làm việc và vị trí ở ổ tích dụng cụ.

Phần tử tiếp nhận dụng cụ là phần tử quan trọng nhất của một hệ thống dụng cụ. Tuy đã có nhiều cố gắng trên phạm vi quốc tế để tiêu chuẩn hoá hệ thống dụng cụ, nhưng vẫn có nhiều hệ thống khác nhau, đặc biệt là các phần có rãnh khía để nắm, kẹp, cặp vào khi thay đổi dụng cụ tự động, cũng như thiết bị (đồ gá) để kéo, rút dụng cụ vào trục chính của máy công cụ. Cơ cấu để kéo, rút dụng cụ vào trục chính của máy công cụ thường là trục vít và ngàm kẹp. Được chuẩn hoá là kích thước chuôi côn theo kích thước danh nghĩa là ISO 40; ISO 50 và ISO (kích thước của các loại chuôi côn cho ở hình 7.25a).Phần cuối của chuôi côn được chế tạo khác nhau tuỳ theo hệ thống kéo, rút và thường là kết cấu tháo lắp được.

Để thay đổi các dụng cụ dùng trên một trung tâm gia công nhanh và an toàn cần phải đảm bảo sao cho các dụng cụ có phần tử tiếp nhận dụng cụ như nhau. Kết cấu của phần tử tiếp nhận dụng cụ được tạo lập theo các hướng chính sau (hình 7- 24 và 7-25):

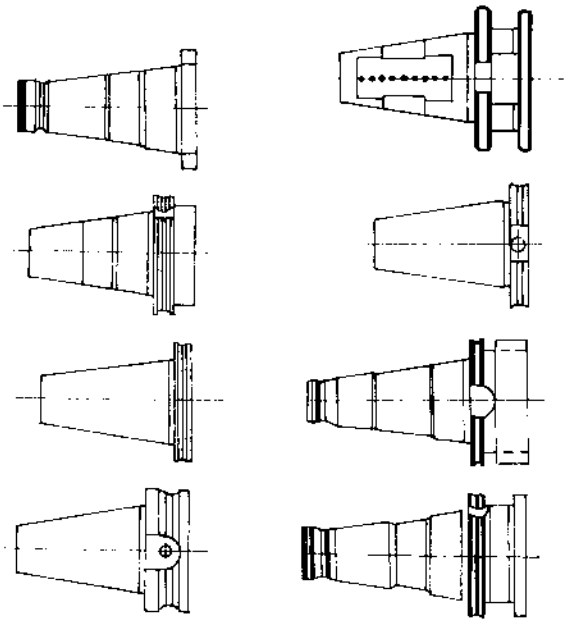
- Tương ứng với lỗ côn tiếp nhận dụng cụ ở trục chính của máy công cụ.

- Tương ứng với các rãnh khía để ngàm, kẹp vào dùng cho cơ cấu thay đổi dụng cụ tự động, kể cả vạch chuẩn để định hướng dụng cụ.

- Tương ứng với loại hệ thống kẹp mà với nó phần tử tiếp nhận dụng cụ được giữ chặt bằng lực vào trục chính của máy công cụ, để truyền lực cắt an toàn.

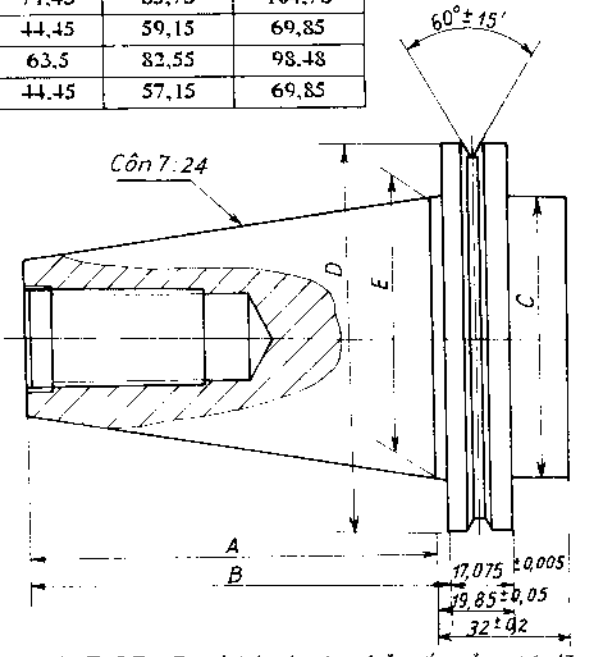
Để giảm chi phí về các phần tử tiếp nhận dụng cụ khi sử dụng nhiều trung tâm gia công cần phải dùng các phần tử tiếp nhận dụng cụ có kết cấu thống nhất.

Các hệ thống dụng cụ dùng cho trung tâm gia công đã được quy định trong tiêu chuẩn quốc gia của các nước công nghiệp phát triển, ví dụ: DIN 69871 (Đức) được coi là bản khởi tạo của một tiêu chuẩn quốc tế ISO. Trong thực tế cũng có nhiều giải pháp tổ hợp về trang bị phụ và dụng cụ dùng cho các trung tâm gia công CNC đứng hoặc ngang. Hệ thống dụng cụ khoan có dùng các mảnh lưỡi cắt có khả năng đảo cạnh (mảnh lưỡi cắt không mài sắc lại) cũng đã được thiết kế và chế tạo cho sản xuất.



Hình 7-24. *Giá đỡ dụng cụ (chuôi) dùng cho các trung tâm gia công.*

Tiêu chuẩn	ISO 40	ISO 45	ISO 50
Kích thước, mm			
A	68,25	82,55	101,6
B	71,43	85,73	104,78
C	44,45	59,15	69,85
D	63,5	82,55	98,48
E	44,45	57,15	69,85



Hình 7-25. *Các kích thước chủ yếu của giá đỡ dụng cụ (chuôi) theo tiêu chuẩn ISO.*

* Hệ thống dụng cụ và hệ thống cung ứng dùng trên máy tiện.

Trên các máy tiện NC thường dùng hai hệ thống dụng cụ chính sau đây, ứng với cơ cấu lắp dụng cụ:

+ Đầu dao rêvônve.

+ Ổ tích dao kết hợp với thiết bị thay đổi dao.

Hai hệ thống dụng cụ chính có những ưu điểm sau:

+ Đầu dao rêvônve tạo điều kiện thay đổi dao nhanh.

+ Ổ tích dao tạo khả năng lưu trữ nhiều dao hơn mà không gây ra va đập dao trong phạm vi làm việc trên máy tiện NC.

Trong cả hai trường hợp, các cán dao được gá kẹp chủ yếu trong các hộp và giữ ở những vị trí có số hiệu nhất định trên cơ cấu lắp dao. Những hộp này tương ứng với cơ cấu tiếp nhận dụng cụ trên các trung tâm gia công và có hai dạng kết cấu tiêu chuẩn sau:

+ Có chuôi hình trụ.

+ Có dạng khối chữ V.

Nối ghép giữa cơ cấu lắp dao và dao dùng trên máy tiện NC là giao diện thích hợp được tiêu chuẩn hoá ví dụ: VDI 3425. Giao diện thứ hai, nối ghép giữa đầu dao thay đổi được và cơ cấu giữ dao, hiện tại phát triển theo hai hướng : hướng thứ nhất đã có nhiều hệ thống khác nhau trên thị trường như: COROMAT, HERTEL, WIDIA, v.v...; hướng thứ hai là tiêu chuẩn

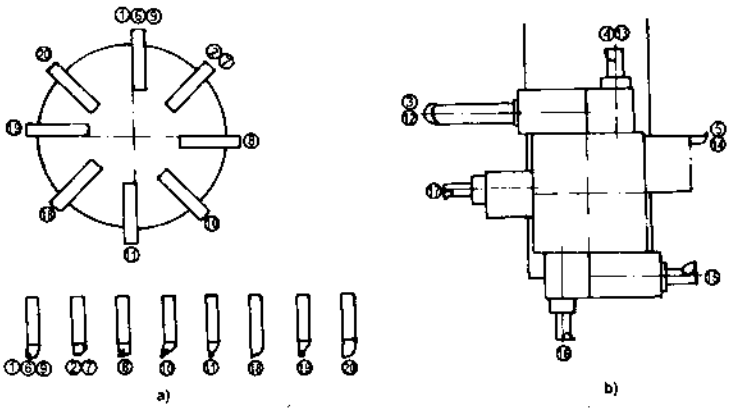
hoá, mà ít nhất là tiêu chuẩn hóa cơ cấu tóm (bắt) dao và các rãnh tóm (bắt) dao, ví dụ: WIDIA, HERTEL, v.v...

*Các dạng kết cấu đầu dao rêvônve:

Bên cạnh những dạng kết cấu tiêu chuẩn do nhiều hãng cùng chế tạo, còn có các hệ thống tương ứng với phạm vi làm việc và đề án tổng thể của máy tiện NC cũng do các hãng thiết kế và xây dựng. Dạng kết cấu tiêu chuẩn của đầu dao rêvônve gồm có:

+ Đầu dao rêvônve hình ngôi sao.
+ Đầu dao rêvônve có dạng đĩa (phiến tròn).
+ Đầu dao rêvônve có hình cái trống.

Phần lớn các bản thiết kế đầu dao rêvônve chuyên dụng theo máy cũng được xây dựng theo các dạng kết cấu tiêu chuẩn này, hình 7-26.



Hình 7-26. *Đầu dao rêvônve dùng cho máy tiện NC.*
a) Kiểu đĩa. b) Kiểu chữ thập.

* Ổ tích dao trên máy tiện NC:

Ổ tích dao ít thấy hơn là đầu dao rêvônve trên máy tiện NC, bởi vì trang bị thay đổi dao cho ổ thường tốn kém hơn là cơ cấu vận hành đầu rêvônve. Ổ tích dao có ưu điểm chủ yếu là lưu trữ số lượng dụng cụ nhiều hơn là đầu dao rêvônve, nhưng vẫn đảm bảo không bị va đập dao và vận hành tự động. Nguyên lý ổ tích dao tạo ra một xung lực mới ở các máy tiện NC nhờ cá. giải pháp hệ thống dụng cụ mà khi vận hành không phải thay đổi cả hộp mà chỉ thay đổi đầu dao có lắp lưỡi cắt. Nhờ những thiết kế này mà có thể lưu giữ nhiều lưỡi cắt hơn trong phạm vi không gian tương đối hẹp, với các trang bị thay đổi dụng cụ tự động thích hợp và cũng có thể chuẩn bị và bảo quản dụng cụ ứng với phạm vi thời gian gia công dài hơn.

* Dụng cụ có khởi động riêng dùng cho máy tiện NC.

Nhiều chi tiết tiện có yêu cầu được gia công bổ sung sau khi tiện, mà thông thường không thể thực hiện được trên máy tiện; chẳng hạn:

khoan (phay) lệch tâm, khoan (phay) dọc trục, khoan (phay) hướng kính. Các máy tiện CNC hiện đại được dùng để tạo ra những bề mặt này phải có trục chính điều khiển bằng số (trục điều khiển chuyển động quay C) và những dụng cụ có thể khởi động riêng trong đầu dao rêvônve.Tùy theo hệ dụng cụ được trang bị và sử dụng mà các trung tâm tiện có thể thực hiện các loại công việc tiện, khoan, khoét, doa, phay hoặc tarô ren. Các hãng chế tạo dụng cụ cung ứng các đầu dao hướng trục và hướng kính, lắp với các khớp nối chuyên dụng để khởi động đầu dao rêvônve.

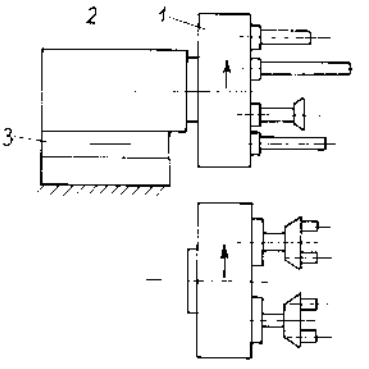
Như vậy, theo yêu cầu của hệ CNC, nếu chỉ có trục điều khiển thứ ba cho trục chính của máy tiện là chưa đủ. Ngoài ra ở đây còn phải có dạng lập trình riêng: đối với các thao tác khoan, trục chính của máy cần phải có khả năng lập trình theo giá trị độ (^{0}), phút ('), đối với các thao tác phay là khả năng lập trình giống như ở các máy phay theo các trục vuông góc là:

+ Z/C cho các công việc gia công trên mặt chu vi của phôi.

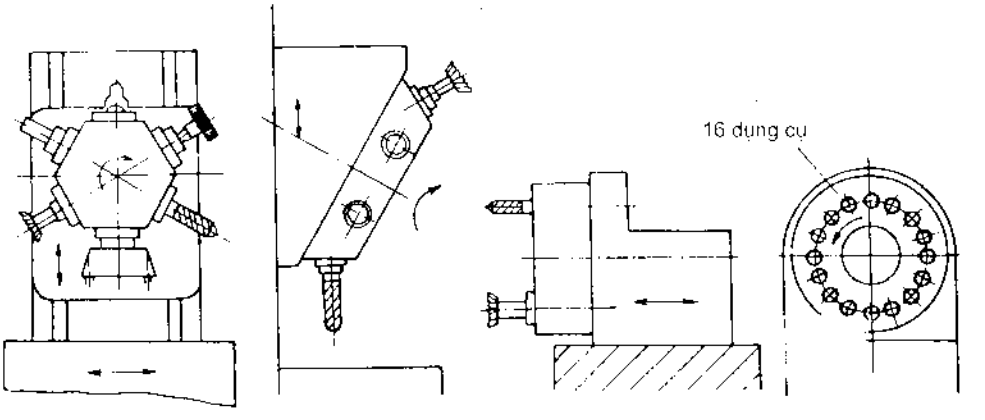
+ X/C cho các công việc gia công trên mặt đầu của phôi.

Phép nội suy phức tạp các chuyển động của trục trong quan hệ phụ thuộc vào kích thước đường kính của phôi gia công được thực hiện với phần mềm đặc biệt của hệ CNC.

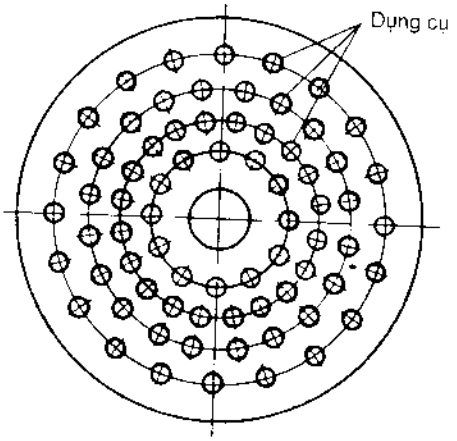
Các hình 7-27 ÷ 7-34 là những ví dụ về kết cấu đầu rêvônve, ổ tích dao, cơ cấu thay dao dùng ở các máy gia công NC, CNC.



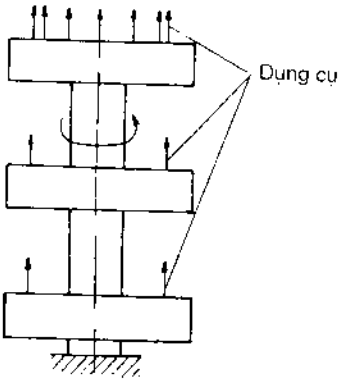
Hình 7-27. *Cơ cấu thay đầu khoan tự động.*
1. đầu khoan
2. hộp trục chính.
3. bàn trượt.



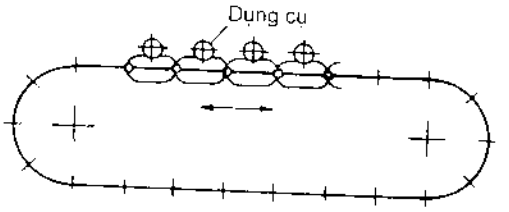
Hình 7-28. *Đầu rêvônve là trang bị lưu trữ và thay dụng cụ, dung tích nhỏ.*



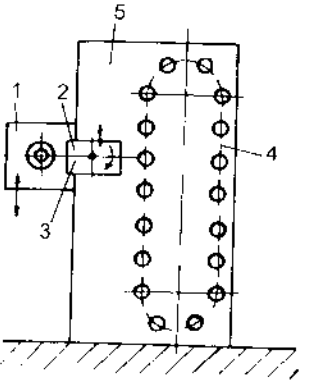
Hình 7-29. *Ổ tích đĩa dạng tròn (chứa100 dụng cụ).*



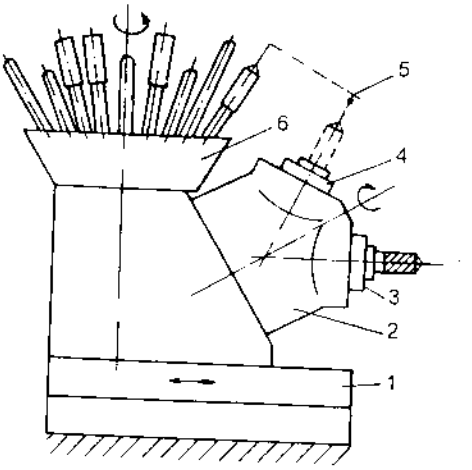
Hình 7-30. *Ổ tích nhiều tầng (chứa150 dụng cụ).*



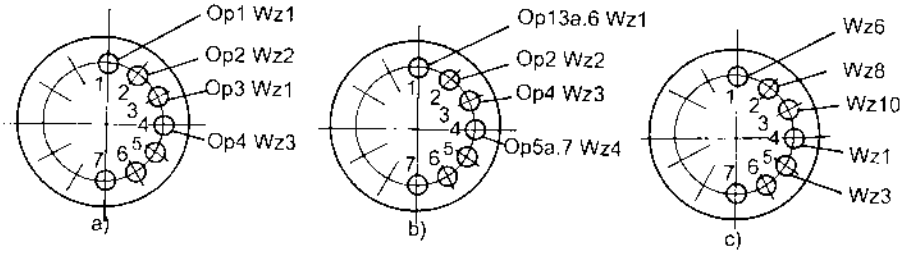
Hình 7-31. *Ổ tích băng xích (chứa60 dụng cụ).*



Hình 7-32. *Cơ cấu thay dụng cụ tự động.*
1. hộp trục chính; 2. bàn trượt cho tay máy; 3. tay máy; 4. ổ tích băng xích; 5. thân máy.



Hình 7-33. *Cơ cấu thay dụng cụ.*
1.bàn trượt; 2. đầu rêvônve hai trục; 3. trục đang làm việc; 4. trục đứng im 5. quãng đường thay đổi dụng cụ; 6. ổ tích dụng cụ.



Hình 7-34. *Các phương án bố trí dụng cụ trong một ổ tích dụng cụ. Op - bước công nghệ; Wz - dụng cụ cắt .*

* Chọn dụng cụ.

Gia công trên máy điều khiển số NC tạo ra nhiều giả pháp mới về tiến trình gia công như gia công hoàn chỉnh chi tiết cơ khí trên một máy với số lần gá đặt phôi ít hơn ở máy thường. Việc chọn dụng cụ gia công cũng phải dựa trên các giải pháp đó; nghĩa là mọi dụng cụ cần thiết để thực hiện các công việc gia công đa dạng trên một máy NC phải được tuyển chọn và tập hợp. Điều đó có thể làm tăng số lượng dụng cụ ở từng trạm (vị trí) gia công và đối với từng chủng loại chi tiết gia công. Đồng thời hệ điều khiển số cũng có khả năng tạo ra biên dạng chi tiết bất kỳ bằng cách điều khiển các chuyển động của các dụng cụ tiêu chuẩn theo quỹ đạo tương ứng; nghĩa là không cần có dụng cụ định hình. Nhờ đó mà giảm được số lượng dụng cụ gia công cần thiết. Quyết định đối với khâu chọn dụng cụ gia công NC ở đây không còn là những biên dạng hoặc từng chi tiết, mà là chủng loại (họ/nhóm) gia công. Giải pháp dùng với số lượng ít các dụng cụ có khả năng điều chỉnh linh hoạt và cao cấp luôn luôn tốt hơn giải pháp dùng nhiều dụng cụ có hình dạng đặc biệt và thích ứng với nhiều trường hợp gia công. Giải pháp tối ưu hoá về công nghệ quan trọng ở đây là dùng các mảnh lưỡi cắt không mài sắc lại để thay thế nhanh. Giải pháp này tạo khả năng thích ứng nhanh dụng cụ cắt về mặt vật liệu và thông số hình học lưỡi cắt theo vật liệu chi tiết và các thông số của chi tiết như trạng thái cấu trúc tinh thể, tính ổn định. Dòng phoi cắt phải được chú trọng vì công suất cắt càng cao, điều kiện cắt càng phức tạp và chuyển động của dụng cụ cắt càng phong phú thì càng cần phải có giải pháp đặc biệt để chuyển tải phoi nhanh. Cấp dung dịch trơn nguội ở bên trong hoặc thông qua hệ thống truyền dẫn thích hợp và tương ứng thường là những giải pháp được sử dụng để cải thiện điều kiện cắt mà không làm ảnh hưởng đến các quá trình thay dụng cụ tự động.

Các hãng chế tạo và cung cấp dụng cụ cắt luôn tạo lập những thông tin và chỉ dẫn thích hợp để người sử dụng có thể lựa chọn dụng cụ cắt phù hợp. Họ cũng tạo lập các catalô ứng với các loại sản phẩm, kiểu loại máy

gia công hoặc chủng loại chi tiết gia công, kèm theo các gợi ý về trang bị (lắp đặt) chính và mở rộng đối với các loại dụng cụ gia công NC do họ cung cấp.

*Điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công.

Ở máy công cụ điều khiển số phải điều chỉnh dụng cụ cắt trước khi gia công, vì vậy mà hầu hết các hệ thống dụng cụ dùng cho máy gia công NC được tạo lập nhằm đảm bảo khả năngg điều chỉnh các vị trí lưỡi cắt của dao ở bên ngoài máy gia công, theo kích thước cho trước hoặc xác định kích thước thực. Việc điều chỉnh này thường được thực hiện bằng máy điều chỉnh có trang bị các bộ thích nghi (adapters) phù hợp để đảm bảo gá đặt dụng cụ như ở máy gia công. Vị trí các lưỡi cắt của dao được xác nhận theo phương pháp quang học nhờ kính hiển vi với ống kính hoặc đĩa chia vạch chuẩn hoặc thông qua đầu đo tiếp xúc.

Máy điều chỉnh thường có hai dạng kết cấu là đứng (dùng cho các loại dụng cụ khoan) hoặc ngang (dùng cho các loại dụng cụ trên máy tiện). Gần đây trên thị trường còn có loại máy vạn năng dùng cho mọi loại dụng cụ gia công.

Điều chỉnh dụng cụ là đảm bảo sao cho các lưỡi cắt chính và phụ của một dụng cụ cắt gọt có vị trí chính xác nhất so với điểm chuẩn E của cơ cấu lắp dao theo phiếu điều chỉnh dụng cụ. Như vậy dụng cụ phải có khả năng điều chỉnh được.

Điều chỉnh dụng cụ là cần thiết đối với các máy công cụ điều khiển số khi hiệu chỉnh (bù) đều đặn quỹ đạo dao hoặc khi gia công các chi tiết có kích thước quy định. Kể cả khi dùng đồn khoan và những dụng cụ gia công lỗ khác cũng phải điều chỉnh chính xác dao theo kích thước đường kính gia công, còn kích thước chiều dài có thể điều chỉnh trong hệ NC.

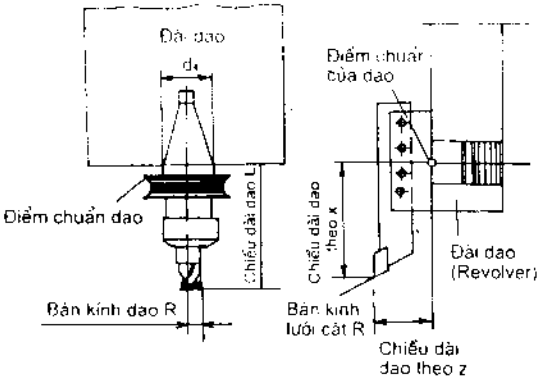
Khi đo kiểm dụng cụ phải xác định chính xác khoảng cách từ lưỡi cắt của dao tới điểm chuẩn trên cán dao (hình 7-35 ÷ 7-37).

Phép đo dụng cụ là cần thiết để có thể nạp (cài đặt) vào bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh dụng cụ của hệ CNC trước khi gia công các trị số về kích thước tuyệt đối hoặc các giá trị hiệu chỉnh (bù) dao ở các máy tiện, máy phay, máy khoan điều khiển số. Các máy phay nhiều trục cũng đòi hỏi mọi dụng cụ phải có kích thước bằng nhau trên các trục gia công.

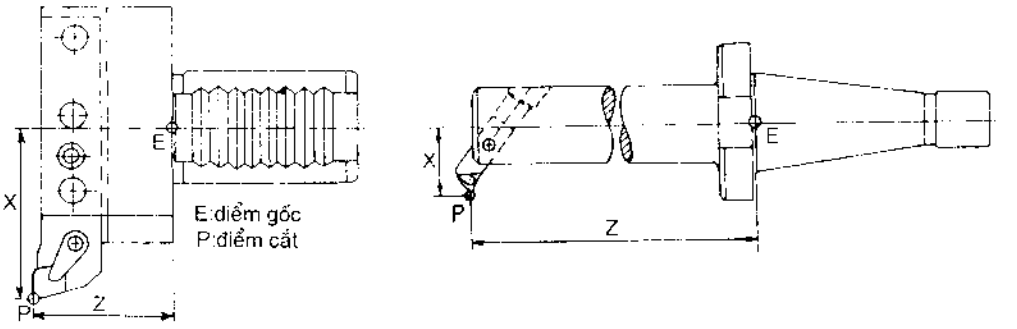
Tùy theo mức độ tiện lợi và mức độ tự động hóa của máy điều chỉnh dụng cụ mà các giá trị thực được đọc từ thang chia vạch hoặc từ bộ hiển thị số hoặc được xuất ra tự động trên các vật mang tin như chips, băng lỗ hoặc băng từ. Các máy in nhãn (mác) dụng cụ cũng được nối ghép với máy điều chỉnh dụng cụ để có thể dán trực tiếp nhãn với các dữ liệu tương ứng (tên, số hiệu dao, các kích thước điều chỉnh, số hiệu bù dao...)lên từng dụng cụ cần thiết, tạo điều kiện thuận lợi để kiểm tra khâu điều chỉnh dụng cụ và bộ nhớ dữ liệu dụng cụ của hệ điều khiển. Trong các hệ thống gia công được tổ chức ở mức độ cao hơn, các dữ liệu dụng cụ đã đo được sẽ

được truyền trực tiếp vào bộ nhớ dữ liệu dụng cụ CNC hoặc trực tiếp thông qua hệ DNC.

Khi lựa chọn máy điều chỉnh dụng cụ , cần lưu ý những kiểu loại máy công cụ sẽ được trang bị và dịch vụ cung ứng dụng cụ (cấp phát tập trung hay phân tán).



Hình 7-35. *Các điểm chuẩn của dao.*



Hình 7-36. *Các dụng cụ điều chỉnh được.*

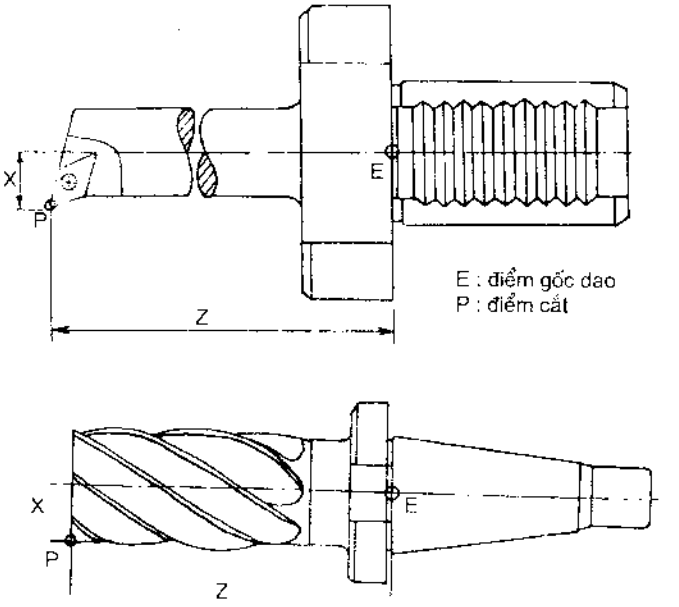
* Catalô dụng cụ.

Các kích thước và các thông số công nghệ cần thiết của những dụng cụ dùng cho máy gia công NC được ghi nhận trong chương trình gia công NC ứng với chi tiết gia công. Nhiều kích thước khác nhau cũng có nghĩa là nhiều hao phí khi lập trình cũng như điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công và cũng nhiều chi phí hơn cho dụng cụ và gá đặt dụng cụ.

Giải pháp tiêu chuẩn hóa với mục đích là thực hiện các công việc gia công giống nhau với cùng dụng cụ sẽ tạo tiền đề thu thập và quản trị hệ thống nhiều dụng cụ và ứng dụng của chúng. Giải pháp này được thực hiện tốt nhất là ở dạng một catalô dụng cụ dùng cho xí nghiệp. Catalô dụng cụ có thể tạo lập dưới dạng các tờ rời có cấu trúc thống nhất theo ngôn ngữ lập trình EXAPT, đã được tổ chức VDI của Đức và nhiều hãng chế tạo máy công cụ điều khiển bằng số kiểm nghiệm và đề xuất sử dụng rộng rãi. Các

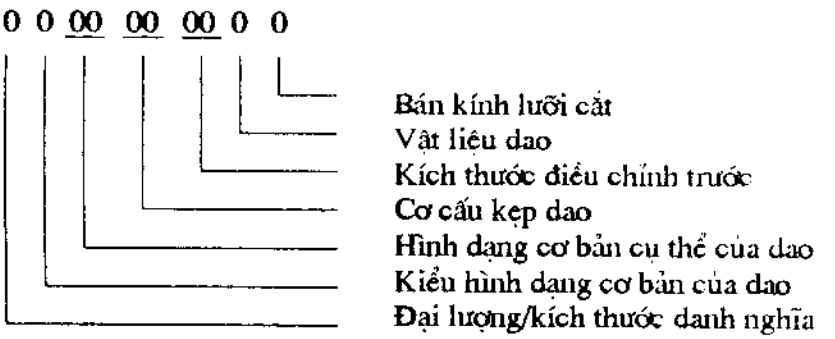
tờ rời của catalô dụng cụ có nội dung như sau: kết cấu dụng cụ, các kích thước điều chỉnh, các giá trị ưu tiên về chế độ cắt.

Đối với các lập trình có trợ giúp của máy tính thì các dữ liệu được tập hợp và ghi nhận theo quy cách nhất định giống như đối với nạp dữ liệu vào bộ nhớ dữ liệu dụng cụ trong hệ điều khiển NC.



Hình 7-37. *Kiểm tra kích thước dụng cụ.*

Hệ thống dụng cụ và tổ hợp dụng cụ sẽ có tính khái quát cao hơn nhờ mã hiệu phân loại. Mã hiệu này chứa đựng các dữ liệu về phương pháp gia công, máy gia công và cách gá đặt dụng cụ, ổ tích dụng cụ, thân dao, lưỡi cắt của dao. Mã hiệu này phù hợp với hệ thống mã hiệu hiện đang dùng tại xí nghiệp. Sau đây là một ví dụ về mã hiệu dao tiện:



* Nhận dạng dụng cụ.

Chức năng quản trị dụng cụ quan trọng không những ở chỗ nhận dạng các dụng cụ một cách tin cậy mà còn cung cấp các dữ liệu ứng với từng dụng cụ một cách chính xác và không nhầm lẫn giữa các dụng cụ. Tùy theo khả năng của hệ CNC mà phải nạp những dữ liệu cần thiết sau đây: kiểu dụng cụ, số hiệu dụng cụ, dụng cụ dự bị để thay thế, vị trí dụng cụ trong ổ tích dao, dụng cụ tiêu chuẩn (hàng loạt) chuyên dùng, đầu khoan (đầu tiện), trọng lượng dụng cụ, lượng tiến dao tối đa và mômen quay tối đa, tuổi bền (tuổi bền còn lại), giới hạn cảnh báo trước khi hết tuổi bền, giới hạn vỡ dao, vị trí cố định (thay đổi), bán kính dao, bán kính lưỡi cắt, bán kính va đập, chiều dài dụng cụ, chiều dài va đập, mã hiệu dụng cụ đặc biệt (phụ thuộc người dùng), hiệu chỉnh (bù lượng mòn dao), hãm dụng cụ, mã hiệu về sai số (nguyên nhân phải hãm dụng cụ), lắp dụng cụ trên máy.

Số lượng các thông số đặc trưng của dụng cụ được đề cập trong mã hiệu dụng cụ còn có thể nhiều hơn nữa tùy theo khả năng của hệ CNC. Từ đó có thể nhận định như sau:

+ Các dữ liệu phải được nạp và xuất tự động vì nếu không sẽ mất nhiều thời gian và dễ sai sót.

+ Mã hóa dụng cụ theo cách cơ khí đơn giản, như dùng vòng mã hiệu, sẽ không đáp ứng được yêu cầu.

+ Dữ liệu phải được lưu giữ toàn vẹn, không được lẫn lộn.

+ Nạp, xử lý và xuất dữ liệu phải được đảm bảo ở nhiều vị trí trong xí nghiệp.

+ Quản trị dữ liệu phải được đảm bảo với chỉ một lần nạp dữ liệu vào hệ CNC để không tốn thời gian.

+ Hệ thống nhận dạng phải đảm bảo có khả năng sử dụng cho nhiều dụng cụ khác nhau.

Ngày nay, các hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử là tốt nhất và có thành phần quan trọng nhất là một con "chip" nhớ dữ liệu điện tử được gắn cứng trên dụng cụ; dữ liệu được đọc nhờ đầu đọc phù hợp.

Quá trình trao đổi dữ liệu giữa chip dữ liệu và hệ điện tử, trước đây được thực hiện thông qua các tiếp điểm. Tiếp điểm bị mòn hoặc bẩn sẽ gây ra sai số đọc dữ liệu. Ngày nay, các thiết bị cảm ứng và không tiếp xúc được sử dụng về cơ bản đã nâng cao độ an toàn khi đọc dữ liệu.

Hai nguyên lý khác nhau được ứng dụng ở đây là: hệ thống đọc và hệ thống đọc - ghi.

Hệ thống đọc sử dụng vật mang tin với mã hiệu nhận dạng có bốn vị trí (ký tự), ví dụ: liên tục từ 0001 đến 9999. Các đầu đọc gắn ở khoang dụng cụ, ở máy điều chỉnh dụng cụ và ở máy gia công, hoạt động trong mối quan hệ với máy tính trung tâm dùng cho dụng cụ. Máy tính này có chức năng lưu giữ và quản trị mọi dữ liệu về dụng cụ. Vật mang mã hiệu chỉ cung cấp mã hiệu nhận dạng cho máy tính dụng cụ và máy tính này sẽ sắp xếp các dữ liệu cho trước theo dụng cụ ứng với các mã hiệu nhận dạng

nhất định. Các dữ liệu được hiển thị trên màn hình của máy tính. Hệ CNC của máy gia công sẽ tự động nhận dữ liệu nếu mã hiệu nhận dạng được nhận biết nhờ đầu đọc khi dụng cụ được đưa vào ổ tích dao.

Hệ thống đọc - ghi lại sử dụng vật mang tin có dung lượng nhớ lớn hơn và có thể lưu giữ tới 256 "Byte" dữ liệu dụng cụ. Dung lượng đó đủ để lưu giữ những dữ liệu quan trọng nhất như: số hiệu dụng cụ, kiểu dụng cụ, chiều dài, đường kính, tuổi bền, nhóm trọng lượng. . . Các dữ liệu đó có thể truy cập, bổ sung và thay đổi ở mọi thời điểm nhờ đầu đọc - ghi. Nghĩa là có thể diễn đạt theo cách khác như sau: dụng cụ luôn luôn mang mọi dữ liệu và vì vậy không cần phải có quan hệ với máy tính dùng cho dụng cụ khi dụng cụ được đưa vào máy gia công. Khi một dụng cụ rời khỏi máy gia công thì các dữ liệu ở vật mang tin được cập nhật tự động, ví dụ: tuổi bền còn lại, hiệu chỉnh (bù) lượng mòn...

Nếu hệ CNC được nối với một máy tính DNC thì các dữ liệu sẽ được truyền dẫn tiếp khi có nhu cầu cũng vẫn nhờ mối liên kết DNC đó, để quá trình quản trị tiếp theo được thuận lợi.

Hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử có cấu tạo thông dụng như sau:

+Các vật mang mã hiệu, còn gọi là "chip" với mã hóa cố định hoặc thay đổi.

+ Các đầu đọc hoặc đầu đọc - ghi có kèm theo bộ khuếch đại.

+ Trạm đọc (hoạt động kết hợp với các đầu đọc và truyền tiếp mã hiệu nhận dạng tới một máy tính hoặc một hệ CNC).

+ Máy tính dùng cho dụng cụ để lưu giữ và quản trị các dữ liệu dụng cụ.

+ Hệ phần mềm tương ứng dùng để nhớ dữ liệu, quản trị dữ liệu, trao đổi dữ liệu và hiển thị với chế độ phù hợp và rõ ràng trên màn hình.

Mọi thông số kỹ thuật về khoảng đọc, thời gian chạy chương trình, chu kỳ ghi, mạch điện v...v... sẽ do các hãng sản xuất cung cấp.

Nói chung các hệ thống nhận dạng dụng cụ điện tử có ưu điểm là:

+ Lưu thông dữ liệu tự động giữa máy điều chỉnh, dụng cụ, máy tính, hệ CNC và người sử dụng.

+ Đảm bảo trao đổi dữ liệu an toàn hơn do tránh được sai số nạp dữ liệu và giám sát được sai số đọc và ghi xuất hiện ngẫu nhiên.

+ Có thời gian điều chỉnh máy gia công ngắn hơn.

+ Tận dụng tốt hơn tuổi bền dụng cụ.

+ Hợp lý hóa về kho dụng cụ và chuẩn bị dụng cụ.

+ Không cần dùng phiếu dụng cụ trong sản xuất.

+ Thống kê dụng cụ tốt hơn và tự động hóa.

+ Hỗ trợ công việc lắp ráp và đo kiểm dụng cụ.

+ Tạo điều kiện quản trị dụng cụ tốt hơn.

* Quản trị dụng cụ trong hệ CNC.

Từng chương trình gia công NC, dù lập trình bằng tay hay bằng máy, đều dựa vào các dụng cụ có kích thước nhất định. Khi các dữ liệu thực tế của dụng cụ có sai lệch so với giá trị chuẩn thì các chi tiết cơ khí sau khi gia công sẽ có sai lệch về kích thước và có thể là phế phẩm. Do vậy, việc chuẩn bị dụng cụ với nạp và quản trị các dữ liệu hiệu chỉnh (bù) tương ứng là rất quan trọng.

Những dữ liệu được quản trị và xử lý trong hệ CNC có thể là:

+ Hiệu chỉnh (bù) chiều dài dao, nhằm so sánh giữa chiều dài thực và chiều dài chuẩn của dao (theo phương Z).

+ Hiệu chỉnh (bù) đường kính dao, còn gọi là hiệu chỉnh bán kính dao phay, để tính toán tự động quỹ đạo tâm dao ứng với từng đường kính dao phay.

+ Hiệu chỉnh (bù) lượng mòn dao, để khử ảnh hưởng của độ mòn các lưỡi cắt của dao tới kích thước gia công mà không cần phải thay đổi giá trị gốc cho trước.

Những giải pháp hiệu chỉnh này được vận dụng đạt yêu cầu ở các thế hệ điều khiển bằng số trước đây. Các hệ CNC hiện đại hơn còn có những khả năng khác tạo điều kiện cho các tế bào gia công linh hoạt và các hệ thống gia công linh hoạt có khả năng vận hành tự động hoàn toàn. Đó là những khả năng sau đây:

+ Giám sát tuổi bền dụng cụ, nghĩa là liên tục ghi nhận thời gia hiệu dụng của từng dụng cụ trong ổ tích dao, so sánh với giá trị chuẩn cho trước và khi giá trị chuẩn bị vượt quá thì đưa ra yêu cầu về dụng cụ thay thế. Trong trường hợp này, hệ quản trị dụng cụ tự động sẽ chuẩn bị sẵn sàng một dụng cụ thay thế trong ổ tích dao. Hệ này quản trị tới 9 dụng cụ dự bị để thay thế cho một dụng cụ có cùng một số hiệu và đưa lần lượt theo thứ tự từng dụng cụ thay thế vào sử dụng mỗi khi thời gian tuổi bền dao kết thúc.

Hệ CNC còn làm cho dụng cụ đã sử dụng hết tuổi bền, khi nó trở về ổ tích dao, sẽ không có khả năng được nhận dạng điện tử nữa, như vậy chỉ còn dụng cụ dự bị thay thế là có khả năng nhận dạng điện tử ứng với lệnh truy cập dụng cụ tiếp theo trong chương trình gia công NC.

Trạng thái của các dụng cụ trong ổ tích dao có thể kiểm tra ở bất cứ thời điểm nào trên màn hình.

Do số lượng các vị trí dụng cụ trong một ổ tích dao bị giới hạn mà một vấn đề nẩy sinh là thay đổi kịp thời những dụng cụ đã sử dụng hoặc không cần thiết nữa, có trong ổ tích dao, bằng những dụng cụ mới mà không cần phải dừng máy gia công. Việc này sẽ được thực hiện nhờ phần mềm quản trị dụng cụ. Phần mềm này nhận biết được những đoạn chương trình dài hơn không có lệnh thay dao và chuẩn bị ổ tích dao trong thời gian đó sẵn sàng để thay dụng cụ bằng tay hoặc tự động. Khi cần đến sự thay

dao tiếp theo, chương trình con sẽ ngắt kịp thời, để ổ tích dao sẵn sàng thích ứng với quá trình thay dụng cụ trên trục chính của máy gia công.

Những đề án máy mới hơn có vận dụng các thiết bị điều khiển tương ứng hoặc người máy cho việc thay dụng cụ. Với những dụng cụ mới cũng phải ghi nhận tự động các giá trị hiệu chỉnh và tuổi bền, lưu giữ đúng vị trí và quản trị tự động.

Dụng cụ dùng cho máy NC có quan hệ chặt chẽ trong hệ thống gồm máy công cụ, phôi gia công và hệ điều khiển bằng số. Những dụng cụ này phải được chế tạo chính xác để đảm bảo tính lắp lẫn. Ngoài ra, chúng phải có khả năng xác định trước những đặc tính tối ưu như thông số cắt, tuổi bền. Mặt khác, việc thay dụng cụ tùy theo tiến trình gia công và độ mòn dao phải được thực hiện nhanh và chính xác. Những đặc điểm này của một hệ thống dụng cụ NC chỉ có giá trị thực sự khi các dụng cụ được lựa chọn, chuẩn bị cẩn thận và có hệ thống. Tiền đề đầu tiên ở đây là điều chỉnh dụng cụ trước khi gia công ở bên ngoài máy gia công và tạo lập các catalô về dụng cụ.

Tóm lại, hệ thống dụng cụ bao gồm các dụng cụ được sử dụng trong hệ thống gia công và được tích hợp ở khâu tổ chức dụng cụ. Dụng cụ được tập hợp và được xác nhận theo mã hiệu trên các bìa của hộp đựng dụng cụ.

Một hệ thống dụng cụ dùng cho các máy giá công NC gồm các thành phần sau:

+ Cơ cấu tiếp nhận dụng cụ để lắp dụng cụ vào trục máy.

+ Ổ tích dao để tiếp nhận dụng cụ tại máy.

+ Các dụng cụ, với khả năng điều chỉnh tự động hoặc bằng tay.

- Trang bị thay đổi dụng cụ, để đưa dụng cụ từ ổ tích dao lắp vào trục máy và trả dụng cụ về ổ tích dao.

Dụng cụ, cơ cấu tiếp nhận, bạc lót và cơ cấu giữ dao phải đủ cứng vững, thích hợp với việc thay dao tự động, điều chỉnh được, mã hoá được.

Ở những hệ thống lập trình và những hệ điều khiển với cách nạp dữ liệu bằng tay, mọi mã hiệu dụng cụ với các kích thước và các thông số công nghệ phù hợp phải được chuẩn bị sẵn sàng để truy cập, lưu giữ trong bộ nhớ, sao cho có thể lựa chọn tự động dụng cụ cần thiết với giá trị cho trước về tốc độ quay của trục máy, chiều sâu cắt và lượng tiến dao.

Thông thường phải cần ít nhất ba bộ dụng cụ cho một máy gia công NC. Các bộ dụng cụ này được bố trí như sau:

+ Trong ổ tích dao tại máy gia công.

+Trong kho hoặc ở phòng kiểm tra điều chỉnh (đo kiểm trước khi gia công).

+ Trong xe cung ứng để dùng cho chi tiết gia công tiếp theo.

Các hệ CNC hiện đại hơn được trang bị một phần mềm để quản trị dụng cụ trên máy và còn có :

+ Các dụng cụ dự bị để thay thế trong ổ tích dao.

+ Bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh (bù) đối với chiều dài, đường kính, lượng mòn, tuổi bền của từng dụng cụ.

+Sự sắp xếp trật tự tương ứng giữa mã hiệu dụng cụ và mã hiệu vị trí trong ổ tích dao (mã hoá vị trí thay đổi).

+ Các vị trí để trống ở bên trái và bên phải.

Ở những tay tóm kép dùng để thay đổi dụng cụ thì các dụng cụ thay đổi liên tục vị trí của chúng trong ổ tích dao (mã hoá vị trí thay đổi).

Ở các máy tiện thường là mã hoá vị trí, do đó người lập trình phải biết rõ từng dụng cụ có vị trí ở đâu.

Ở các hệ CNC hiện đại, dữ liệu của dụng cụ được đo kiểm ở ngoài (chiều dài, đường kính) có thể được nạp và đọc tự động vào hệ điều khiển nhờ vật mang tin hoặc hệ DNC.

Để đạt mức độ tự động hoá cao phải nghiên cứu để tạo lập các giải pháp cơ khí hoàn toàn mới để vận dụng vào máy công cụ, gồm cả ổ tích dụng cụ và thay dụng cụ tự động.

Giải pháp đầu tiên để thay dụng cụ dựa trên cơ sở các ổ dụng cụ quay có sáu hoặc tám vị trí lắp dụng cụ, được dùng trên các máy tiện, máy khoan rêvônve. Tại đây mỗi dụng cụ có một vị trí cố định trong ổ quay mà không rời khỏi vị trí đó kể cả trong qúa trình cắt. Một bộ khởi động riêng cho ổ quay và việc mã hoá các vị trí lắp dụng cụ trên ổ tạo điều kiện truy cập (gọi) dụng cụ theo cách tuỳ chọn. Ổ dụng cụ quay hiện vẫn được dùng trên các máy tiện; chuyển động xoay để chọn dụng cụ được thực hiện tự động (quay phải, quay trái) đảm bảo góc xoay nhỏ nhất khi thay đổi dụng cụ. Tùy theo góc nghiêng của trục ổ quay là 45° hoặc 90° mà có các kiểu ổ quay khác nhau, ví dụ: ổ quay dạng đĩa, ổ quay phẳng, ổ quay nghiêng. Ngoài các dao tiện thông thường và các dụng cụ khoan ở chính giữa đường tâm máy tiện, các máy tiện ngày nay còn được trang bị những dụng cụ khác nhau được khởi động và lắp trong ổ quay.

Ổ dụng cụ quay có hạn chế về khả năng tiếp nhận dụng cụ (thường là tối đa có sáu hoặc tám dụng cụ) nhưng lại không cần phải có thêm cơ cấu tóm dụng cụ để thay đổi dụng cụ, do đó rẻ hơn, song lại chậm hơn.

Ở các trung tâm gia công và các máy phay, số lượng dụng cụ cần thiết thường nhiều hơn ở các máy tiện. Vì vậy, ở máy phay và trung tâm gia công thường sử dụng các ổ tích dạng băng xích, ổ tích dạng đĩa tròn hoặc ổ tích dạng hộp. Đã có những giải pháp với hơn 100 dụng cụ chứa trong ổ tích dùng trên một máy. Tại những giải pháp như vậy, ổ tích dạng băng xích không phù hợp, bởi vì số dụng cụ càng nhiều thì ổ tích băng xích càng dài, làm cho trọng lượng ổ tích tăng lên, như vậy thời gian hao phí để truy cập (chọn) dụng cụ thích hợp sẽ nhiều lên và công suất phát động cần thiết đối với ổ tích cũng lớn. Do vậy, người ta phân chia trước hết những dụng cụ cần thiết trên hai ổ tích riêng biệt và lắp đặt hai ổ tích này ở hai bên phải và trái trụ đứng của máy, cũng như phân số lượng dụng cụ đó trên ổ tích dạng đĩa với hai hoặc ba vòng tích bố trí đồng tâm và lồng nhau. Cũng có thiết bị thay đổi dụng cụ có khả năng đưa lần lượt bốn ổ đĩa tích dụng cụ (đã được lắp đặt nghiêng 90 °) vào vị trí làm việc.

Giải pháp tốt nhất để chứa nhiều dụng cụ là giải pháp theo nguyên lý hộp dụng cụ. Mỗi máy có thể bố trí 4 tới 6 hộp dụng cụ, mỗi hộp chứa 20 tới 30 dụng cụ. Ưu điểm của giải pháp dùng các hộp dụng cụ là thay đổi các hộp đó nhanh, không làm gián đoạn quá trình cắt. Với cách này sẽ chuẩn bị dụng cụ cần thiết nhanh và thay thế nhanh những dụng cụ đã sử dụng. Khâu vận chuyển dụng cụ tới máy sẽ do một rôbôt phẳng thực hiện. Rôbôt này quét qua toàn bộ diện tích chứa dụng cụ và chuẩn bị sẵn sàng các dụng cụ được truy cập (gọi) tại vị trí thay đổi để cơ cấu tóm dụng cụ xử lý tiếp, cũng như thế rôbôt này lấy dụng cụ từ vị trí đó đi.

Quá trình thay đổi dụng cụ, (dụng cụ đã trở về ổ tích và dụng cụ mới được lắp đặt vào trục máy), có thể được thực hiện theo ba cách sau:

+ Dụng cụ được thay đổi từ ổ tích bằng cơ cấu tóm dụng cụ.

+ Dụng cụ được thay đổi từ hai ổ tích bằng hai cơ cấu tóm dụng cụ.

+ Dụng cụ được chuyển thẳng từ ổ tích vào trục máy.

Cơ cấu tóm kép có ưu điểm là thời gian thay đổi dụng cụ ngắn, vì dụng cụ đã dùng và dụng cụ mới được thay đổi vị trí với nhau trong một nguyên công của cơ cấu này và ổ tích lại sẵn sàng thực hiện quá trình truy cập (chọn) dụng cụ tiếp theo.

Để nhận dạng dụng cụ có thể vận dụng các phươngpháp mã hoá như sau:

+ Mã hoá vị trí: ở phương pháp này không lập trình số hiệu dụng cụ mà lập trình số hiệu vị trí của nó; nhưng như vậy lại rất bất lợi do sự chiếm lĩnh vị trí khác nhau ở trong chương trình gia công.

+ Mã hoá dụng cụ: trước đây bằng cơ khí, ngày nay bằng linh kiện nhớ điện tử.

+ Mã hoá vị trí biến đổi: ở phương pháp này, dụng cụ nhận một vị trí mới trong ổ tích sau từng quá trình thay đổi dụng cụ và hệ điều khiển số dùng vi tính phải đảm nhận công việc quản trị cần thiết.Số hiệu dụng cụ được lập trình, còn hệ CNC sẽ truy cập (tìm kiếm) vị trí (chỗ) của dụng cụ.

o) Các loại máy NC.

* Máy khoan.

Các máy khoan có hai đặc điểm về kết cấu như sau:

+ Có một đầu trục chính với trục khoan thẳng đứng, lắp dụng cụ gia công và thực hiện chuyển động tiến dao (tiến thẳng đứng theo trục Z).

+ Có một bàn máy, trên đó gá đặt (định vị và kẹp chặt) phôi gia công và xác định vị trí của phôi theo các trục X và Y.

Như vậy, áp lực khoan tác động lên bàn máy và không có những chuyển dịch ngang trên phôi, đồ gá và động cơ của các trục.

Máy khoan đặc biệt phù hợp để gia công các phôi dạng tấm và có thể gia công với dụng cụ có một hoặc nhiều trục. Ngoài ra, máy khoan phải có khả năng thực hiện các công việc phay nhẹ.

Kết cấu đơn giản nhất của máy khoan NC là kết cấu chỉ có một bàn toạ độ điều khiển số. Chiều sâu khoan được định sẵn (điều chỉnh) trước khi gia công bằng cữ hoặc rãnh cam. Ở những máy khoan này, chu trình khoan được phát lệnh thực hiệnsau khi đã đạt đúng vị trí gia công bằng tín hiệu "Bàn đã vào vị trí". Chu trình khoan tiến triển mà không có tác động của hệ điều khiển NC nhờ cơ khí hoặc điện.

Khi kết thúc chu trình khoan, sẽ có tín hiệu thông báo chuyển đến hệ NC là "trục lên trên", để quá trình xác định vị trí tiếp theo có thể bắt đầu. Một kết cấu khác của máy khoan NC cũng có yêu cầu thay đổi dụng cụ tự động. Yêu cầu này chỉ được đáp ứng nếu phạm vi chức năng của người thợ gia công được giới hạn chỉ còn là giám sát quá trình gia công.

Với sự thay đổi dụng cụ tự động , quá trình gia công mới thực sự là tự động.

Ở đây, có hai kết cấu khác về máy khoan và hệ điều khiển được coi là tiền đề:

+ Tuỳ chọn theo lập trình tốc độ quay của trục máy khoan.

+ Tuỳ chọn theo lập trình lượng tiến dao khoan.

Chỉ có vậy mới có thể thích nghi tối ưu với điều kiện gia công của dụng cụ đã lựa chọn mà không phải tác động bằng tay.

Khi những công việc phay phức tạp cần được thực hiện, có thể là phay các biên dạng, phải sử dụng nguyên lý điều khiển theo biên dạng mà không vận dụng nguyên lý điều khiển theo điểm hoặc theo đường thẳng. Thông thường, điều khiển theo biên dạng 2,5D là phù hợp.

Ở những hệ lỗ khoan có vị trí đối xứng, có thể dùng giải pháp đối xứng gương để đơn giản khâu lập trình. Các lỗ hoặc các bề mặt lặp lại theo cách đối xứng gương, thường có cách đối xứng gương theo một hoặc hai trục. Chức năng này được thực hiện có thể bằng một công tắc ứng với từng trục, gọi là công tắc đối xứng, dùng tay hoặc bằng cách lập trình NC với lệnh G. Như vậy, để gia công hệ lỗ chỉ cần lập trình $\frac{1}{2}$ hoặc $\frac{1}{4}$.

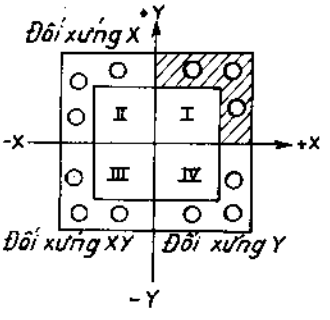
Khi gia công xong $\frac{1}{4}$ phôi, lệnh thực hiện chức năng đối xứng, ví dụ: đối xứng qua trục Y, được phát và quá trình gia công được lặp lại theo chương trình không thay đổi, nhưng là ở $\frac{1}{4}$ khác của phôi (ở $\frac{1}{4}$ thứ hai, tức là II). Sau đó là phép đối xứng gương để gia công các $\frac{1}{4}$ phôi còn lại là III và IV, hình7-38.

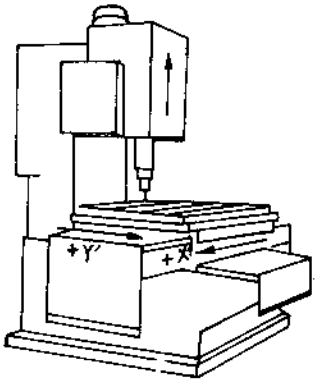
Các hệ CNC đủ mạnh còn có khả năng cao hơn, ví dụ: quay, nghiêng đi một góc theo lập trình, phóng to, thu nhỏ các hệ lỗ.

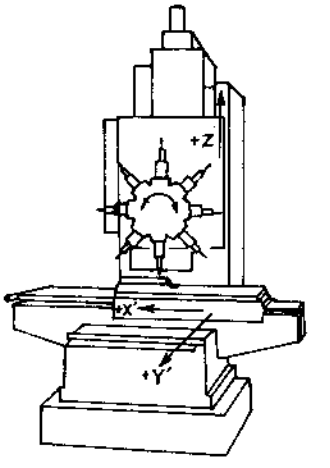
Ngoài ra, máy khoan còn có khả năng thực hiện các chu trình khoan lặp đi lặp lại.

Các chu trình có tính chất lặp lại này thường ở dạng các chương trình NC thứ cấp với các phương án khác nhau và được truy cập (gọi) thông qua các từ lệnh, ví dụ: theo tiêu chẩn Đức DIN 66025 từ G81 đến G89 và ứng với từng vị trí X/Y tương ứng sẽ lặp lại tự động. Với lệnh từ GË (theo DIN 66025) chức năng thực hiện chu trình khoan kết thúc.

Hình 7-39 là ví dụ về máy khoan CNC.







Hình 7-38. *Phép đối xứng gương.* **Hình 7-39.** *Máy khoan CNC.*

Chức năng hiệu chỉnh chiều dài dụng cụ cũng cần thiết.Chức năng này tạo điều kiện sử dụng những dụng cụ mà chiều dài thực tế của chúng không tương ứng với chiều dài ghi trong chương trình. Lượng chênh lệch giữa chiều dài thực và chiều dài theo chương trình được ghi nhận và nạp vào bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh của hệ điều khiển, để đảm bảo đạt được chiều sâu khoan như đã lập trình. Các giá trị hiệu chỉnh (lượng bù) này có thể được gán cố định cho dụng cụ hoặc có thể truy cập (gọi) tuỳ ý bằng từ lệnh có chữ cái là H, ví dụ : H 43.

- Trung tâm khoan.

Người sử dụng máy thường có nguyện vọng tự động hoá máy khoan cao hơn, nhưng không làm giảm những ưu điểm của nó.

Nguyện vọng đó đã được lưu ý và đáp ứng bằng sự nghiên cứu và sáng tạo ra các trung tâm khoan.

Một bàn máy được lắp thêm, có thể quay tròn và có trục nằm ngang tạo thêm khả năng gia công bốn mặt các phôi có hình khối vuông và phát triển máy khoan thành trung tâm khoan.

Để giảm thời gian phụ ở loạt lớn hơn, trung tâm khoan được lắp thêm hai đồ gá kẹp nhiều phôi và một bàn nghiêng. Các cơ cấu phụ này tạo điều kiện xếp dỡ các phôi gia công bằng tay hoặc tự động ở bên ngoài phạm vi không gian gia công nhưng ngay trong thời gian gia công. Nếu trung tâm khoan lại được lắp thêm hai hoặc nhiều trục gia công (trục chính) thì năng suất gia công được tăng lên nhiều lần so với trung tâm khoan chỉ có một trục chính.

* Máy doa.

Loại này thường là những máy rất lớn, có trục chính nằm ngang. Các phôi gia công cũng lớn và không cho phép thay đổi phôi tự động. Từng phôi được gá kẹp, được gia công riêng (hình 7-40).

Đối với những việc doa thông thường, chỉ cần trang bị cho máy gia công một bộ hiển thị vị trí có thể đọc trị số rõ ràng. Đơn giản hơn là dùng một hệ điều khiển vị trí hoạt động tự động.

Do vậy ngày nay máy doa được trang bị hệ điều khiển theo biên dạng, tại đó có thể phối hợp tới bẩy trục điều khiển NC đồng thời.

Các máy doa có những chức năng sau đây:

+ Tạo các hệ lỗ phức tạp với phép đối xứng gương, ví dụ để tạo ra các lỗ trên các vỏ máy có dạng khối hộp và các nắp đậy tương ứng.
+ Hiệu chỉnh độ nghiêng để cân bằng dung sai gá kẹp.
+ Phay các lỗ.
+ Phay ren.
+ Chu trình đo dùng cho các đầu đo dạng đóng (ngắt).
+ Lập trình đồ họa có mô phỏng quá trình gia công trên máy.

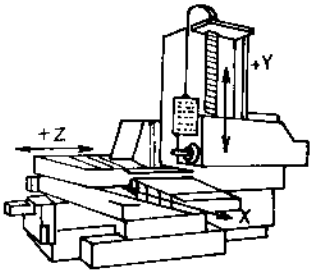
Có những chu trình đặc biệt dùng cho các chương trình gia công đặc biệt, được truy cập (gọi) trên màn hình với các thông số cần thiết và có thể hiệu chỉnh theo yêu cầu sử dụng. Những ví dụ điển hình về chu trình đặc biệt có thể nêu ở đây là: các vòng tròn lỗ, các hàng lỗ, phay định hình hoặc phay các hốc . Hệ điều khiển cũng cần phải có cấu hình đảm bảo vận hành đơn giản, để có thể dừng chương trình đang hoạt động dễ dàng và sau đó lại tiếp tục hoặc dừng chương trình để thay dụng cụ và hiệu chỉnh (bù) dụng cụ. Hệ CNC cần phải tạo điều kiện để người sử dụng có thể tự tạo ra các chương trình thứ cấp gồm cả đồ hoạ trợ giúp và thay đổi thông số.

Các hệ thống đó được dùng chủ yếu là các thước đo thẳng, khi có yêu cầu chính xác cao có thêm khâu hiệu chỉnh sai số thước đo trong hệ CNC.

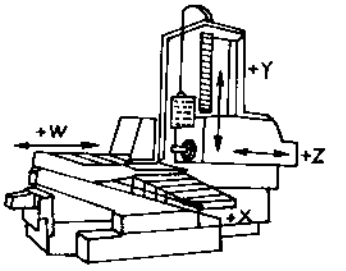
Các trung tâm khoan và phay có trục chính nằm ngang được nâng cao tính linh hoạt nhờ các giải pháp mở rộng sau đây:

+ Ổ tích dụng cụ có thể thay dụng cụ tự động.

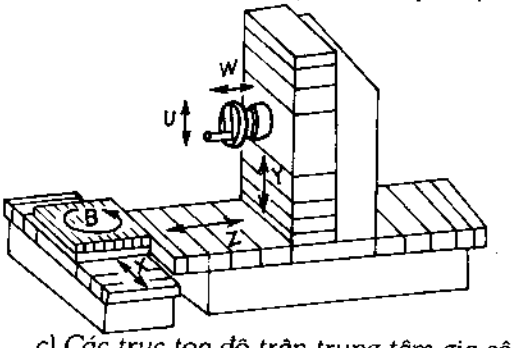
+ Các đầu lắp phụ có thể thay đổi để khoan, phay, tiện ren và tiện mặt đầu.
+ Các trạm nâng hạ dùng cho các đầu lắp dụng cụ đặc biệt.
+ Trạm vận hành di động.
+ Bàn gá kẹp có thể quay và dịch chuyển.
+ Liên kết với các máy lớn khác, ví dụ: với một máy doa thứ hai hoặc với một máy tiện cụt.



a) Máy doa 3 trục toạ độ (3D)



b) Máy doa 4 trục toạ độ (4D).



c) Các trục toạ độ trên trung tâm gia công (6D).

Hình 7-40. *Máy doa CNC.*

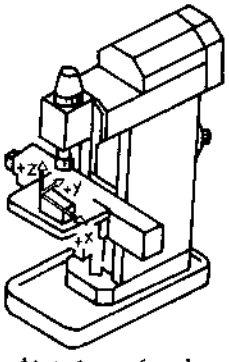
* Máy phay.

Ngày nay với các máy cỡ nhỏ và cỡ vừa không thể phân biệt rõ giữa máy phay và trung tâm gia công. Nhiều hãng chế tạo máy trang bị cho các máy phay những bộ phận tự động hoá, ví dụ: ổ tích dụng cụ với tay tóm dụng cụ, cơ cấu thay đổi phôi (chi tiết gia công), trục chính nằm ngang và trục chính thẳng đứng, hệ CNC với các chức năng tương tự và nhiều trục NC hoạt động đồng thời. Ở các máy cỡ lớn mới phân biệt rõ ràng hơn giữa trung tâm gia công và máy phay.

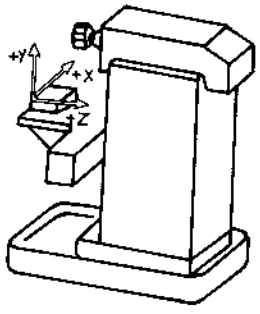
Máy phay có nhiều dạng kết cấu. Trước hết, người ta phân chia các máy phay theo vị trí của trục phay, nghĩa là có máy phay đứng và máy phay ngang. Máy phay ngang thường có trụ máy đứng, còn máy phay đứng thường có dầm ngang. Một số trục chính song song thường hoạt động đồng thời (hình 7-41).

Đối với máy nhỏ và đơn giản, vì lý do giá máy và để đảm bảo kết cấu máy chắc chắn, người ta giữ lại dạng máy có một trụ đứng thông thường, tuy vậy độ chính xác gia công trên kiểu máy này không được cao lắm.

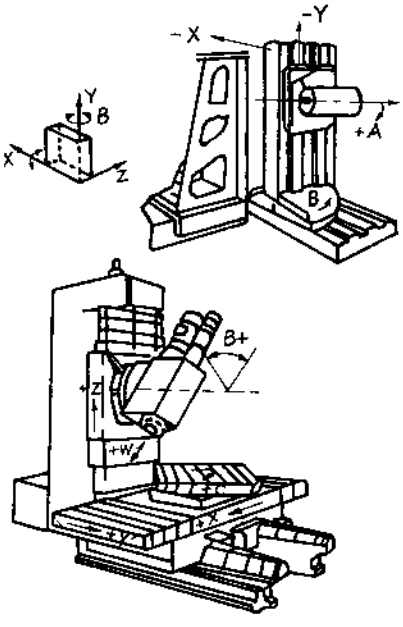
Các máy phay ngày nay được trang bị hệ điều khiển theo biên dạng với ít nhất là ba đến năm trục điều khiển, với phép nội suy đồng thời cho



Các trục toạ độ trên máy phay đứng.



Các trục toạ độ trên máy phay ngang.



Máy phay trục chính thẳng đứng có đầu quay và bàn xoay, 5 trục điều khiển (5D)

Hình 7-41. *Máy phay CNC.*

mọi trục điều khiển. Khâu lập trình gia công được thực hiện nhờ các hệ lập trình có máy tính trợ giúp và các hệ xử lý thích nghi (hậu xử lý) phù hợp với máy. Đối với những công việc gia công đơn giản hơn và có tính linh hoạt cao hơn trong sản xuất, người sử dụng máy có kinh nghiệm lại ưa dùng cách lập trình định hướng theo sản xuất. Các chu trình có thông số thay đổi dùng cho phay và khoan, nạp dữ liệu , biên dạng có trợ giúp đồ họa và mô phỏng đồ họa về tiến trình gia công và những trợ giúp lập trình công nghệ hầu như là các trang bị tiêu chuẩn.

Trong những chức năng CNC cần thiết còn kể đến chức năng hiệu chỉnh (bù) chiều dài dụng cụ và hiệu chỉnh đường kính dao phay, tự động hóa và lập trình hóa khâu giám sát dụng cụ, cũng như trong nhiều trường hợp cả chức năng hiệu chỉnh (bù) lại ảnh hưởng của nhiệt độ. Hệ CNC còn phải có tính chất phù hợp với người vận hành máy, đảm bảo khả năng hoạt động lại sau khi bị gián đoạn, nạp dữ liệu và toàn bộ hoạt động cung ứng không mất nhiều thời gian và tốn kém.

* Máy phay năm trục.

Máy phay có năm trục điều khiển số có khả năng định vị một điểm nhọn của dụng cụ ở vị trí bất kỳ nào trên chi tiết gia công, chạy trên bề mặt gia công và nghiêng với góc bất kỳ so với bề mặt đó. Chuyển động tương đối và tổng hợp đó giữa dụng cụ và phôi gia công có thể được tạo ra theo ba nguyên lý sau:

+ Với trục dụng cụ đứng im và hai chuyển động nghiêng của phôi gia công, ví dụ: nhờ một bàn máy tròn có thể nghiêng được hoặc với một chuyển động nghiêng của trục dụng cụ và chuyển động nghiêng của phôi gia công, tạo thành góc 90^0 hoặc với phôi gia công đứng im và hai trục nghiêng của dụng cụ.

Với các máy phay này, có thể tạo ra những chi tiết có dạng hình học phức tạp, cũng như sử dụng các đầu dao có năng suất cao hơn để gia công các bề mặt cong, thay thế cho các dao phay ngón hoặc dao phay có dạng cầu tròn thông thường.

Khâu lập trình năm chuyển động đồng thời chỉ có thể thực hiện được với các hệ thống lập trình đủ mạnh. Đã từ lâu APT là ngôn ngữ lập trình duy nhất phù hợp với những máy phay năm trục điều khiển số.

Hệ xử lý thích nghi theo máy phải chú ý đến động lực học của máy được điều khiển, nhằm đảm bảo cho dụng cụ thực hiện chính xác những chuyển động mong muốn. Vì vậy, chiều dài và đường kính thực tế của dụng cụ cũng phải tương ứng chính xác với các trị số lập trình. Trong thực tế chỉ có ít hệ CNC có khả năng hiệu chỉnh dụng cụ theo không gian.

Máy có nhiều trục chính phải đảm bảo mọi dụng cụ có kích thước thống nhất. Kích thước chiều dài thống nhất có thể đạt được nhờ các dụng cụ điều chỉnh trước hoặc nhờ các trục chính có khả năng hiệu chỉnh riêng rẽ. Trong chế độ hoạt động tự động, khâu cân bằng chiều dài của từng trục chính được thực hiện với các phần tử nhạy thích hợp.

* Máy phay tốc độ cao (gia công cao tốc) HSC.

Gần đây người ta chú ý đến những yếu tố quyết định về tính kinh tế của gia công cao tốc. Đó là thể tích phoi (cm^3/phút) lớn. Để có thể tích phoi lớn, công suất trục chính, tốc độ quay trục chính lớn nhất và tốc độ tiến dao phải có tỷ lệ tương quan tốt. Chỉ khi nào có sự phối hợp giữa giá trị tốc độ tiến dao lớn và tốc độ quay của trục chính lớn mới có thể tạo ra quá trình gia công cao tốc có hiệu quả.

Phay cao tốc làm việc với tốc độ cắt, tùy theo vật liệu gia công, trong phạm vi 1.000 ÷ 7000 m/ph. Phạm vi này hình thành trên cơ sở vật liệu dụng cụ cắt và tuổi bền dụng cụ hiện tại.

Sau đây là định nghĩa tổng quan về gia công cao tốc: gia công cao tốc là phương pháp cắt gọt năng suất cao, thoả mãn bốn yêu cầu là:

+ Giảm thời gian cắt cơ bản nhờ tốc độ quay dụng cụ cao và tốc độ tiến dao lớn, nghĩa là có thể tích phoi lớn.

+ Giảm lực cắt nhờ tốc độ quay trục chính cao.

+ Tránh làm nóng phôi gia công nhờ truyền nhiệt cắt vào phoi.

+ Cải thiện đáng kể chất lượng bề mặt gia công để tránh việc tinh chỉnh thủ công sau đó.

Định nghĩa gia công cao tốc theo yêu cầu thứ nhất có thể minh hoạ bằng ví dụ về gia công các chi tiết có khối lượng gia công thô lớn (có lượng phoi cắt gọt lớn). Giới hạn ở đây phụ thuộc vào công suất tối đa của trục chính.

Định nghĩa gia công cao tốc theo yêu cầu thứ hai ứng với ví dụ gia công các biến dạng của chi tiết và dụng cụ tương đối kém cứng vững. Khi cả phôi và dụng cụ cắt có kết cấu không ổn định do dao động và do biến dạng tĩnh. . . thì gia công cao tốc là giải pháp tốt. Nhiều vật liệu khác nhau, ví dụ: graphit hoặc các chi tiết bằng nhôm có thành mỏng, không thể gia công bằng phương pháp thông thường (trên máy thường và dưới điều kiện cắt bình thường). Graphit là vật liệu rất dòn và dễ vỡ. Thành nhôm mỏng dễ bị biến dạng do lực cắt khi phay và sau khi gia công không giữ được kích thước. Trong những trường hợp này, giải pháp gia công với tốc độ quay của trục chính cao (30.000 ÷100.000vòng/phút) và tốc độ tiến dao cao tương ứng (2 ÷ 10m/ph). Ở những điều kiện này, lực cắt tác động lên phôi gia công có trị số rất nhỏ và thường có thời gian gia công ngắn.

Định nghĩa gia công cao tốc theo yêu cầu thứ ba thể hiện rõ ưu điểm căn bản khi gia công các chi tiết có biến dạng vì nhiệt. Phần lớn nhiệt phát sinh khi cắt được truyền ra ngoài vùng cắt nhờ phoi và hiện tượng làm nóng chi tiết gia công bị hạn chế. Đồng thời tải trọng nhiệt đối với các lưỡi cắt cũng giảm đi.

Định nghĩa gia công cao tốc theo yêu cầu thứ tư được tận dụng trong khâu chế tạo dụng cụ và khuôn mẫu để tối ưu hóa toàn bộ quá trình công nghệ. Khâu gia công tinh nhanh gọn tạo điều kiện cải thiện chất lượng bề mặt. Thường thường có thể không giảm được thời gian lưu thông trên máy nhưng lại tiết kiệm đáng kể thời gian gia công, hiệu chỉnh thủ công sau đó. Thể tích phoi tính theo thời gian ở đây không có ý nghĩa quyết định, mà là chất lượng bề mặt cần đạt được.

Các máy gia công cao tốc phải đảm bảo bốn tiền đề sau đây:

+ Có tính ổn định và cứng vững cao để tránh dao động và cộng hưởng; bởi vì dao động và cộng hưởng cản trở gia công cao tốc. Điều này đòi hỏi máy phải có các đường trượt ngắn, cứng vững.

+ Các động cơ trục chính không có dao động, phải được cân bằng tốt; bởi vì khi có tốc độ quay cực đại sẽ có nguy cơ gãy vỡ dụng cụ hoặc ít nhất làm giảm chất lượng bề mặt gia công.

+ Các bộ phận có gia tốc phải có khối lượng nhỏ.

+ Có các thiết bị hút bụi và phoi vụn khi phay để tránh hư hại ở các đường trượt và ở bề mặt gia công.

Từ đó có thể nhận thấy chỉ có các máy cỡ vừa và cỡ nhỏ thoả mãn các điều kiện như vậy.

Các máy phay cao tốc được trang bị từ ba đến năm trục NC đồng thời là tùy thuộc vào giải pháp thay dụng cụ tự động. Trong sử dụng, các máy phay này rất vạn năng.

Do xu hướng tăng cường sử dụng các hệ "Thiết kế có sự hỗ trợ của máy tính" CAD (Compurter Aid Designe) mà đặt ra yêu cầu mới là xử lý trực tiếp các dữ liệu hình học đã được tạo lập từ hệ CAD. Điều đó có trong hệ NURBS (Not Uniforme Rationale B-Splines). Những dữ liệu toán học này không cần chuyển đổi thông qua bộ xử lý thích nghi thành các phần tử vectơ tuyến tính (Linear Vector Elements) nữa; bởi vì chúng được hệ CNC thu nhận và xử lý trực tiếp. Nhờ đó, mặc dù gia công với gia tốc và tốc độ cao mà vẫn đảm bảo trạng thái máy tốt, từ đó có tác động tích cực chất lượng bề mặt của các chi tiết gia công.

* Máy tiện.

Trong thời kỳ đầu các nhà khoa học đã coi máy tiện NC không có ý nghĩa lớn; bởi vì máy tiện đã được tự động hóa về mặt cơ khí, đến mức mà lúc đó người ta cho rằng không cần phải nâng cao trình độ lên nữa. Đó là một sự nhầm lẫn; bởi vì sau đó một thời gian ngắn, các máy tiện NC là loại máy được yêu cầu nhiều nhất. Qua nhiều năm, số lượng máy tiện NC chiếm hơn 50% trong tổng số các máy NC được chế tạo tại Đức. Từ khi ngoài máy khoan và máy phay còn các loại máy khác như máy mài, máy đột dập, máy cắt răng và máy tia lửa điện CNC; tỷ lệ máy tiện có giảm xuống chút ít so với mức 50%. Mặt khác, các máy CNC có kết cấu hiện đại luôn có tiềm năng và năng suất cao hơn, vì vậy chỉ cần sử dụng ít máy hơn mà vẫn đạt khối lượng sản xuất như cũ.

Mặc dù các máy tiện đã luôn luôn vạn năng và tự động hóa cao, nhưng nhờ hệ NC và đặc biệt là hệ CNC chúng đã trở thành vạn năng hơn, linh hoạt hơn.

Sản lượng cao đó cũng là lý do để các nhà chế tạo hệ điều khiển quan tâm nghiên cứu phát triển các hệ CNC với các chức năng đặc biệt dùng cho các máy tiện. Vì vậy các máy tiện CNC ngày nay được tự động hóa ở mức độ cao nhất, kể cả lĩnh vực kỹ thuật lập trình và điều khiển. Ở đâu mà các nhà chế tạo hệ CNC chưa đáp ứng được yêu cầu của các nhà chế tạo, thì ở đó các nhà chế tạo tự nghiên cứu xây dựng phần cứng và phần mềm để cung cấp cho người sử dụng máy.

Các máy tiện có nhiều dạng kết cấu khác nhau và có thể được phân chia như sau hình 7-42:

+ Kết cấu nằm ngang hoặc thẳng đứng.

+ Với bàn (bệ máy) phẳng hoặc nghiêng.

+ Dùng cho phôi thanh, phôi gá trên mâm cặp hoặc cho chi tiết dạng trục.

+ Với một, hai hoặc nhiều trục chính.

+ Với một hoặc nhiều bàn dao và các đầu rêvônve.

+ Có hoặc không có trục phụ để mở rộng khả năng gia công.

Mức độ tự động hóa của các máy tiện cũng có thể khác nhau. Do đó các máy tiện có thể được trang bị các bộ phận tự đông hoá sau đây:

+ Ổ tích phôi có chức năng thay đổi phôi tự động.

+ Ổ tích dao có chức năng thay đổi dụng cụ giữa đầu dao rêvônve và ổ tích dao.

+ Các dụng cụ được khởi động, thường là kết hợp với một trục NC khác.

+ Bộ giám sát dụng cụ tự động.

+ Cơ cấu thay đổi các chấu kẹp tự động trong mâm cặp.

+ Luynet (ụ đỡ chi tiết gia công) và ụ động được điều khiển số.

+ Các thiết bị để liên kết nhiều máy giống nhau hoặc khác nhau.

* Máy tiện có hai hoặc nhiều bàn dao.

Ở những máy tiện cỡ lớn, đã từ lâu (trước khi có máy NC) đã được bố trí hai hoặc ba dao gia công đồng thời một chi tiết; nhờ đó giảm thời gian gia công, nhưng không phải mọi dụng cụ đều hoạt động với chế độ cắt tối ưu.

Các máy tiện với hai trục NC không thích hợp với việc gia công đồng thời bằng hai dao. Vì vậy chúng đã được trang bị hai bàn dao tách biệt nhau để cắt đồng thời bằng hai dao độc lập.

Ở những máy tiện NC ngày nay, hai đầu dao rêvônve được trang bị và đảm bảo cắt đồng thời mà không xảy ra va đập. Giải pháp này cho phép gia công các phôi trục và các phôi gá trên mâm cặp bằng hai dao đồng thời.

Hệ CNC cho máy tiện.

Sự đa dạng về kết cấu của máy tiện dẫn tới sự đa dạng của các hệ thống điều khiển số. Do vậy ngày nay những yêu cầu cao sau đây đã được đặt ra cho các trang bị cơ bản của hệ CNC:

+ Có từ hai đến bảy trục NC, ở các máy nhiều trục chính có thể có tới 30 trục NC.

+ Có 2×2 hoặc 3×2 trục có thể nội suy độc lập dùng cho các máy có nhiều bàn trượt.

+ Trục chính là trục C có thể điều khiển được.

+ Có thêm các trục NC khác dùng cho rôbôt xếp dỡ.

+ Tốc độ cắt không đổi nhờ tốc độ quay của trục chính thích nghi tự động với đường kính tiện.

+ Có hiệu chỉnh (bù) dụng cụ và bán kính lưỡi cắt cho mọi dụng cụ (dao) tiện.

+ Có hiệu chỉnh (bù) đường kính dao phay và chiều dài đối với các dụng cụ được khởi động riêng.

+ Sắp đặt tự do các giá trị hiệu chỉnh ứng với các dụng cụ, để khi có yêu cầu có thể chỉ dẫn những hiệu chỉnh khác nhau cho một dụng cụ.

+ Chú ý được đồng thời nhiều gía trị hiệu chỉnh (bù) dụng cụ, như: vị trí dụng cụ, bán kính lưỡi cắt, độ mòn dao.

+ Giám sát các lưỡi cắt của dụng cụ và truy cập (gọi) tự động dụng cụ tương đương để thay thế dụng cụ đã hết tuổi bền.

+ Phản hồi những dữ kiện đo tới những bộ nhớ giá trị hiệu chỉnh và cài đặt (nạp) tự động các giá trị đó.

Một trong những chức năng rất có giá trị của một máy tiện là cắt ren. Để thực hiện chức năng này, trục chính của máy tiện cần có một hệ đo, thường là bộ cấp xung gia tăng để phản hồi tốc độ quay của trục chính và vị trí góc chính xác tới hệ CNC.

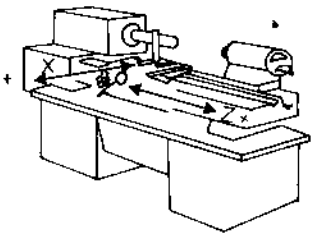
Một xung chuẩn được phát thêm trong một vòng quay, có tác động để cho lượng tiến dao khi cắt ren luôn luôn bắt đầu ở vị trí xác định của trục chính máy và để cho từng lần cắt ren thực hiện ăn vào chính xác theo các bước ren đã được tiện trước. Kể cả ren côn, ren nhiều đầu mối, bước ren tăng/giảm dần cũng được cắt bằng hệ điều khiển số.

Như vậy, chi phí cho thiết bị cắt ren cơ khí và thời gian điều chỉnh không còn nữa. Hệ CNC điều khiển tiến trình đều đặn và tuyệt đối đồng bộ giữa vòng quay của trục chính máy và chuyển động tiến dao, nhờ hệ CNC xử lý phù hợp các xung phát ra từ trục chính máy.

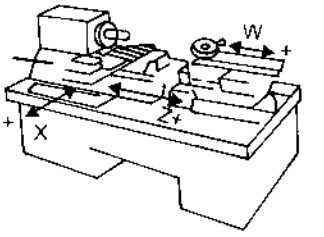
Lập chương trình gia công cho máy tiện.

Trong khoảng thời gian rất ngắn,máy tiện đơn giản đã được phát triển thành một máy tiện NC phức tạp và vì thế cũng rất khó lập trình gia công.

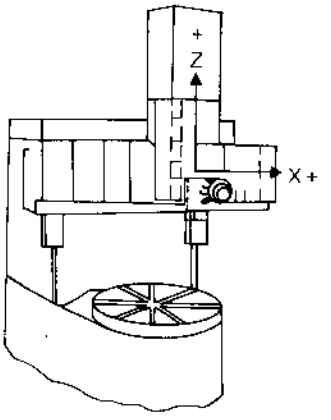
Do vậy, một trọng tâm khác của quá trình này là nghiên cứu phát triển khả năng (giải pháp) lập trình đơn giản, dễ hiểu, dễ học. Những nỗ lực trong lĩnh vực này đã đạt được những thành tựu mới trong lĩnh vực máy tính hỗ trợ. Màn hình đồ hoạ màu đã được người sử dụng chấp nhận ngay. Ngày nay, người lập trình không cần phải học một ngôn ngữ phức tạp để lập trình cho một máy NC; mà là làm việc theo phương thức đối thoại với màn hình, trả lời các câu hỏi do hệ thống đặt ra, không có biểu thức toán và các chức năng gia công G/M/F/S/X/Z và nhìn thấy ngay kết quả trên màn hình đồ họa. Như vậy, các dữ liệu cần thiết (hình học cần gia công, kích thước phôi, quá trình gia công v...v.) được nạp, được diễn tả đồ hoạ và tiến trình gia công ứng với thời điểm bất kỳ cũng được mô phỏng đồ họa-động học trên màn hình. Sai số được hiệu chỉnh nhanh và kết quả được giám sát cho đến khi đạt được một quá trình gia công hoàn thiện. Sau đó, hệ thống



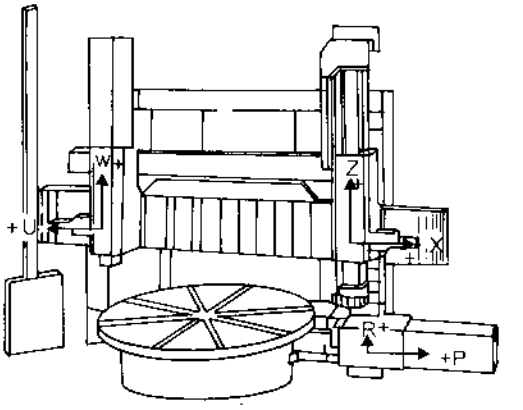
a) Máy tiện hai trục toạ độ (2D)



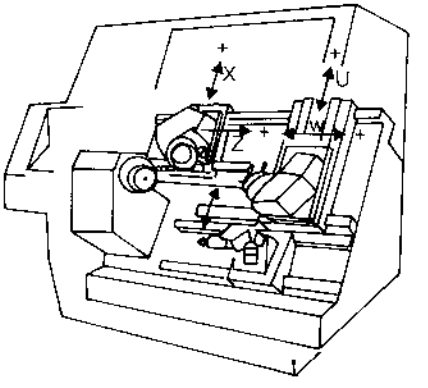
b) Máy tiện ba trục toạ độ (3D)



c) Máy tiện đứng hai trục toạ độ (2D)



d) Máy tiện đứng 3x2 trục toạ độ



e) Máy tiện ngang 2x2 trục toạ độ

Hình 7-42. *Máy tiện CNC.*
Máy tiện nhiều trục chính, nhiều trục CNC.

sẽ tạo ra chương trình NC và cung cấp chương trình đó dưới dạng các vật mang tin phù hợp (băng lỗ, đĩa mềm, v...v) cho các máy gia công.

Đỉnh cao đối với nhiều người sử dụng còn là lập trình với hệ CNC trực tiếp tại máy gia công. Những người sử dụng máy đã chứng minh là họ chỉ sử dụng các máy NC, CNC đạt hiệu quả kinh tế từ khi có giải pháp lập trình định hướng theo sản xuất., nghĩa là lập trình trực tiếp tại máy NC, CNC (tại xưởng sản xuất).

Máy nhiều trục chính, nhiều trục CNC.

Ưu điểm của kỹ thuật CNC được tận dụng ở một kiểu máy tiện, mà mới đây nó được liệt vào trong số những máy không NC, đó là : máy tự động có hệ điều khiển hình trống. Các máy điều khiển theo nhịp đều đặn này đặc biệt phù hợp với quy mô sản xuất hàng khối các chi tiết cơ khí nhỏ, phức tạp, chính xác cao. Chi tiết gia công (phôi, vật liệu dạng ống hoặc dạng thanh tròn) nhờ hệ điều khiển hình trống mà được chuyển tới 14 trạm gia công theo nhịp, lần lượt và đồng thời được gia công ở các nguyên công song song với nhau. Nhờ gia công đồng thời ở các trạm mà tổng thời gian được rút ngắn lại và ở mức một thời gian nhịp. Mâm cặp nghiêng đặc biệt tạo khả năng gia công hoàn chỉnh năm mặt hoặc nhiều mặt hơn. Ngoài các thao tác gia công cắt gọt, còn có thể lắp ráp các chi tiết, lắp ghép bu lông, ép các chốt, v...v.

Cho đến nay các thao tác này chủ yếu điều khiển bằng cam. Giải pháp điều khiển bằng cam là giải pháp kinh tế ở máy chuyên dùng hoặc sản xuất hàng loạt lớn. Vấn đề nảy sinh là khi sản xuất loạt nhỏ, nghĩa là khi phải thay đổi (điều chỉnh) sản xuất thường xuyên. Thời gian ngừng sản xuất lâu do phải hiệu chỉnh (thayđổi) dẫn đến hiệu quả kinh tế giảm đi. Thông qua việc đổi sang điều khiển số, loại máy này sẽ không còn phụ thuộc vào cam và thay đổi cam điều khiển nữa. Quãng đường tiến dao, tốc độ tiến dao và tốc độ quay của trục chính có thể lập trình tự do. Những ưu điểm khác của hệ điều khiển CNC là ở khâu gia công các đường kính khác nhau trên một trạm, cũng như tạo ra các hình dạng bề mặt khác nhau như: mặt côn, bán kính, các mép, v...v. Thời gian hiệu chỉnh máy giảm tới 85%, tương đương hơn bốn giờ cho tới 20 trục NC, nhờ nạp một chương trình khác trong phạm vi vài phút, mà máy được điều chỉnh chuyển đổi sang gia công một chi tiết mới hoàn toàn khác. Khi sử dụng các môđun gia công thay thế nhanh tại từng trạm, còn rút ngắn hơn nữa thời gian điều chỉnh máy.

Để tránh va đập hai đầu dao rêvônve, các biện pháp thích hợp được áp dụng như: giám sát với phần mềm và các phần tử nhạy tiếp cận gần đối với các bàn dao.

Để điều khiển những máy này, cần có các hệ CNC đặc biệt có thể nội suy độc lập 2 × 2 trục. Những kinh nghiệm thu được với các máy tiện 2 × 2 trục là chưa tốt, vì người lập chương trình luôn luôn nghĩ bốn trục, để cài lẫn các tiến trình gia công của hai dụng cụ vào nhau về mặt thời gian. Lý do ở đây là chỉ có một băng lỗ và một đầu đọc và toàn bộ chương trình

chỉ có thể đọc từng câu lệnh một. Với các hệ CNC, hai chương trình điều khiển hai bàn dao được sắp xếp vào trong một phạm vi bộ nhớ tách biệt và như vậy vấn đề trên đã được giải quyết. Khi ở những vị trí nhất định , một bàn dao phải chờ bàn dao kia, thì điều đó cũng được thực hiện bằng các lệnh G đặc biệt trong chương trình NC. Việc lập trình nhờ đó mà thuận lợi và dễ dàng hơn, bởi vì chuyển động của hai dụng cụ được lập trình độc lập với nhau và phù hợp với nhau ở những vị trí nguy hiểm.

Tóm lại, các máy tiện nhiều trục phù hợp chủ yếu với gia công hàng loạt vừa và hàng loạt lớn. Cách lập trình tại xưởng có lợi hay không là phụ thuộc vào tiềm năng của hệ lập trình.

* Trung tâm gia công phay - khoan.

Trung tâm gia công này là một máy công cụ có ít nhất ba trục điều khiển số (NC) để phay và khoan, có thể thực hiện các công việc cắt gọt cần thiết trên ít nhất bốn mặt của một phôi có hình khối vuông mà không có tác động của con người.. Thiết bị thay đổi dụng cụ tự động đưa các dụng cụ cần thiết, điều khiển theo chương trình, theo thứ tự lần lượt, từ một ổ tích dụng cụ tới trục chính của máy và ngược lại. Khi các phôi (chi tiết gia công) được kẹp trên đồ gá, bệ (phiến) gá chuẩn được chuyển tới và chuyển đi tự động thì trung tâm gia công tương ứng và hệ cung ứng phôi, dụng cụ tự động như vậy sẽ tạo thành một tế bào gia công.

Người ta phân loại các trung tâm gia công theo dạng kết cấu của chúng như sau (hình 7-43):

+ Theo vị trí của trục chính máy: trung tâm gia công ngang, trung tâm gia công đứng.

+ Trung tâm gia công có bàn toạ độ, nghĩa là chuyển động X/Y của phôi và chuyển động Z của dụng cụ.

+ Trung tâm gia công có trụ đứng chuyển dịch, ở đây: dụng cụ thực hiện các chuyển động X,Y và Z; còn phôi, tuỳ theo yêu cầu, nghiêng hoặc quay theo một hoặc hai trục (ở các trung tâm gia công năm trục).

+ Trung tâm gia công có dầm ngang có định hoặc chuyển dịch.

Các dạng kết cấu này có một hoặc nhiều trục chính để gia công nhiều chi tiết giống nhau đồng thời. Đặc biệt ở sản xuất hàng loạt lớn thường sử dụng ở các trung tâm gia công có hai, ba hoặc bốn trục chính, điều đó đòi hỏi phải có những đồ gá kẹp nhiều phôi.

Như vậy, có thể tóm tắt như sau:

+ Ở trung tâm gia công, các dụng cụ có trong máy lần lượt tiến tới và tác động đến phôi gia công; còn ở đường dây máy (các máy dây chuyền), phôi gia công tiến tới các dụng cụ có trên nhiều máy.

+ Trung tâm gia công là một loại máy NC điển hình được hình thành từ khi có phương pháp điều khiển NC.

Những đặc điểm của trung tâm gia công là:

+ Ba trục NC thẳng và một bàn quay được, để gia công bốn mặt trên các phôi có hình khối vuông trong một lần gá. Khi sử dụng một đầu lắp dụng cụ (đầu dao) có thể nghiêng theo phương ngang hoặc đứng, có thể gia công cả trục thứ năm.

+ Có thể thực hiện mọi công việc gia công (phay, khoan, tiện, cắt phẳng, cắt ren); với kết cấu mở rộng có thể phay biên dạng, khoan nghiêng và tiện ren. Tốc độ quay và tốc độ tiến dao phải được lập trình cho từng dụng cụ.

+ Dụng cụ được đưa vào ổ tích dao nối ghép với máy gia công, được truy cập theo chương trình và thay đổi vào trục chính của máy. Kết cấu và khả năng thu nhận của ổ tích dụng cụ rất khác nhau. Trong thực tế thường sử dụng các ổ tích dụng cụ dạng băng xích, dạng đĩa tròn và dạng hộp.

+ Có thêm các thiết bị thay đổi phôi, thường là thiết bị thay đổi bệ (phiến gá), để giảm bớt thời gian dừng máy do phải thay đổi phôi gia công. Việc gá kẹp và tháo dỡ phôi được thực hiện trong thời gian gia công (thời gian cơ bản) ở bên ngoài phạm vi gia công của máy.

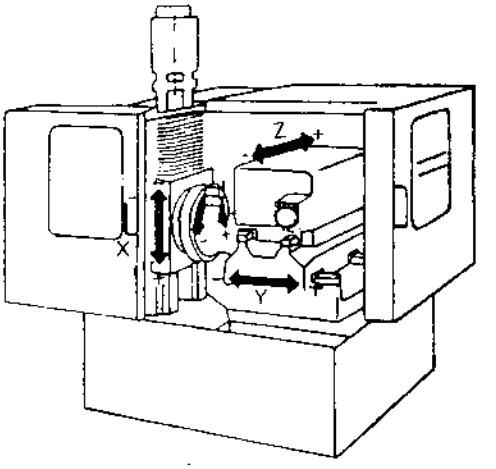
+ Những trung tâm gia công phức tạp hơn có thêm các thiết bị khác như bàn tròn thứ hai quay được, đồ gá nghiêng dùng cho phôi hoặc có thêm một đầu lắp dao ngang hoặc đứng có thể điều chỉnh theo góc bất kỳ.

Ngày nay, người sử dụng có thể lựa chọn trung tâm gia công từ nhiều dạng có cỡ và kết cấu khác nhau. Trước hết cần lựa cho giữa hai loại kết cấu: trục chính thẳng đứng và trục chính nằm ngang. Trong khi trung tâm gia công có các trục chính thẳng đứng thường thích hợp hơn với các chi tiết gia công có dạng tấm, thì để gia công bốn hoặc năm mặt của các phôi có dạng khối vuông lại chủ yếu sử dụng các trung tâm gia công có trục chính nằm ngang. Ở các máy có trục chính nằm ngang, chuyển động X và chuyển động quay chủ yếu do phôi thực hiện, chuyển động Y và Z do dụng cụ thực hiện. Ở các trung tâm gia công có trục chính thẳng đứng, chủ yếu có các chuyển động thẳng góc của trục chính theo Z là do dụng cụ thực hiện, còn lại là do phôi thực hiện.

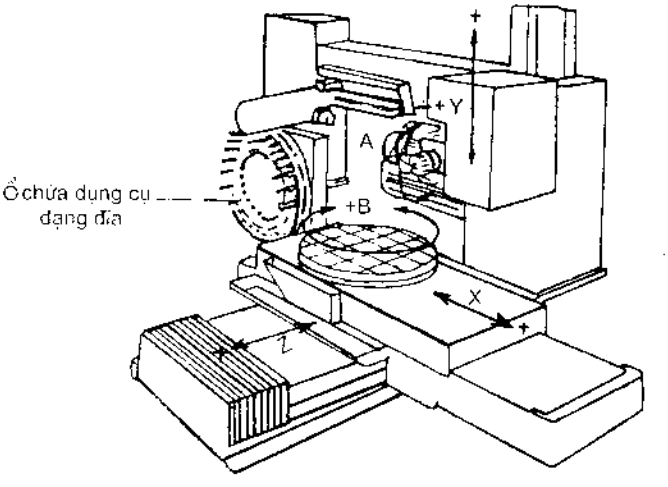
Tính vạn năng của một trung tâm gia công chỉ được tận dụng nhờ việc điều khiển theo quỹ đạo, nên trong nhiều trường hợp, điều khiển 2,5 D là đủ. Do độ phức tạp của chi tiết cơ khí tăng lên, những trung tâm gia công hiện nay cần có dạng điều khiển 3D, ít nhất là các trục có thể nội suy đường thẳng đồng thời. Khi sử dụng một đầu dao nghiêng phải nội suy đường thẳng theo ba trục đối với lỗ nghiêng. Khi dùng các đầu dao tiện mặt đầu còn có thêm một hoặc hai trục khác.

Các bảng giá trị hiệu chỉnh ứng với chiều dài dụng cụ là một yêu cầu thường được đặt ra cho phạm vi sử dụng.

Ở các máy mới hơn, hệ CNC cũng phải có khả năng lưu trữ các thông số về trọng lượng dụng cụ, ký hiệu dụng cụ, biên dạng dụng cụ và những dữ liệu đặc trưng khác để có thể quản trị dụng cụ tốt.



Trung tâm gia công 4 trục toạ độ (4D).



Trung tâm gia công 5 trục toạ độ (5D).

Hình 7-43. *Trung tâm gia công NCN.*

Thay dụng cụ tự động.

Nhiều máy NC yêu cầu sử dụng nhiều dụng cụ theo thứ tự gia công. Các đầu dao rêvônve từ lâu đã được sử dụng cho mục đích này ngay từ

trước khi có máy NC, đặc biệt là ở các ma[illegible]y và máy tiện. Sau một nguyên công, đầu rêvônve tự động xoay thêm [illegible] vị trí, các vị trí không lắp dụng cụ sẽ được nhảy qua. Ở các máy NC có đầu rêvônve, dụng cụ phải được lập trình thông qua vị trí tương ứng của đầu rêvônve.

Hạn chế ở đây là số lượng dụng cụ có trong một đầu dao rêvônve dùng cho khoan có giới hạn sáu ÷ tám, vì nếu số lượng dụng cụ nhiều hơn có thể xảy ra va đập giữa dụng cụ và phôi. Với những thiết kế cải tiến, đầu dao rêvônve có thể lắp tới 18 dụng cụ. Các máy tiện hiện nay còn sử dụng tới ba đầu rêvônve dạng đĩa tròn.

Ở những trung tâm gia công, số lượng các vị trí dụng cụ cần thiết lớn hơn nhiều, ở các trường hợp đặc biệt là 100 dụng cụ hoặc nhiều hơn. Vì vậy nhiều dạng kết cấu ổ tích dao khác nhau đã được thiết kế, chế tạo, sử dụng.

Cơ cấu thay đổi đầu khoan tự động.

Cơ cấu thay đổi đầu khoan tự động là phương tiện hỗ trợ chức năng chuẩn bị các đầu khoan lớn hoặc các đầu khoan nhiều trục chính để sử dụng và thay đổi tự động khi gia công.

Máy, ổ tích dao và đồ gá thay đổi tạo thành một thể kết cấu thống nhất. Đối với khâu thay đổi dụng cụ giữa ổ tích dao và trục chính của máy cần có cơ cấu thay đổi dụng cụ, gồm một tay tóm đơn hoặc kép. Cũng có thể thực hiện thay đổi trực tiếp dụng cụ từ ổ tích dao vào trục chính của máy mà không cần có thêm tay tóm, giải pháp này có kết cấu đơn giản nhưng lại cần nhiều thời gian để thực hiện hơn.

Chu trình thay đổi dụng cụ.

Chu trình thay đổi dụng cụ được xác định phù hợp với tiến trình gia công trong hệ điều khiển, được truy cập (gọi) với từ lệnh NC là M06 và gồm có những chức năng cơ bản sau:

+ Tìm kiếm những dụng cụ tiếp theo đã được lập trình và chuẩn bị vị trí tương ứng trong ổ tích dao để lấy dụng cụ ra.

+ Chuyển dịch ổ tích dao và trục chính máy về vị trí thay đổi dụng cụ.

+ Nghiêng tay tóm và nắm dụng cụ ở trục chính và trong ổ tích dao, hãm trong tay tóm và những các thiết bị đỡ và giữ.

+ Lấy dụng cụ ra, nghiêng tay tóm và lắp dụng cụ mới vào lỗ côn của trục chính máy, cũng như đưa dụng cụ đã dùng vào lỗ tương ứng ở ổ tích dao.

+ Nghiêng tay tóm về vị trí tĩnh an toàn.

Vì quá trình thay đổi này làm gián đoạn quá trình gia công, gây ảnh hưởng đến tính kinh tế của sản xuất nên cần phải giải quyết đồng thời nhiều vấn đề có liên quan đến từng ổ tích dao và đến từng chu trình thay đổi dụng cụ:

+ Tìm kiếm, chuẩn bị và trả lại dụng cụ phải thực hiện trong phạm vi thời gian gia công và không làm gián đoạn hoặc kìm hãm quá trình gia công.
+ Chu trình thay đổi dụng cụ phức tạp phải lập trình đơn giản, mọi chuyển động cần thiết của các trục và truy tóm phải tiến hành tự động và đúng như thứ tự yêu cầu, thời gian gián đoạn phải ngắn nhất.
+ Khi có nhiễu hoặc bị ngắt điện trong quá trình thay đổi dụng cụ, người vận hành máy phải có khả năng khởi động lại máy mà không gặp khó khăn gì cũng như không gây nguy cơ va đập.
+ Người vận hành máy phải tìm kiếm và thay đổi nhanh dụng cụ cần thiết trong ổ tích dao.
+ Các dữ liệu dụng cụ phải có khả năng nạp và xuất bằng tay thông qua vật mang tin và tự động thông qua các giao diện dữ liệu và không nhầm lẫn.
+ Trên một máy phải có khả năng sử dụng nhiều hệ mã hiệu dụng cụ khác nhau.

Cách mã hiệu dụng cụ và nhận dạng dụng cụ.

Đây là một vấn đề rất quan trọng mà người sử dụng máy phải quan tâm giải đáp kịp thời. Để mã hiệu dụng cụ, có nhiều cách khác nhau, nhưng trước hết cần phải nhận biết ưu điểm và hạn chế của từng cách mã hiệu dụng cụ hiện được áp dụng. Đó là: mã hiệu vị trí; mã hiệu dụng cụ theo cách cơ khí; mã hiệu dụng cụ theo cách điện tử; mã hiệu vị trí thay đổi.

- Cách mã hiệu vị trí.

Các vị trí trong ổ tích dao từ 1 đến n được đánh số và trong chương trình gia công chi tiết không phải là dụng cụ mà là vị trí được lập trình. Sau khi được sử dụng, từng dụng cụ lại trở về vị trí theo quy định trong ổ tích dao. Ưu điểm của cách này là tìm kiếm vị trí nhanh, xác nhận vị trí năng động bằng hệ thống tích hợp.

Nhược điểm của cách này là: khi thay đổi chương trình phải xác định lại vị trí của các dụng cụ trong ổ tích dao theo như chương trình mới; khi ghép nhóm chi tiết gia công bất kỳ xuất hiện các vấn đề là: nếu theo chương trình gia công lại có thể có nhiều dụng cụ khác nhau có vị trí như nhau; việc điền đầy ổ tích dao với những dụng cụ cùng họ là một vấn đề phức tạp và chỉ có thể thực hiện được bằng các thủ thuật đặc biệt trong hệ CNC.

- Cách mã hiệu dụng cụ theo cách cơ khí.

Mã hiệu dụng cụ theo cách cơ khí là cách mà từng dụng cụ, ví dụ: ở cán hình trụ của cơ cấu tiếp nhận dụng cụ có các vòng mã hiệu.

Ưu điểm của cách này là: sắp xếp bất kỳ các dụng cụ trong ổ tích dao; số hiệu dụng cụ được lập trình; các dụng cụ có thể đổi vị trí cho nhau trong quá trình thay đổi.

Nhược điểm của cách này là: tốn thời gian và có sai số khi lắp ghép các vòng mã hiệu; cơ cấu giữ dụng cụ đắt tiền với thiết bị mã hoá; cơ cấu giữ được mã hoá không có khả năng sử dụng cho mọi máy; xác nhận dụng cụ kém năng động, vì vậy có tốc độ tìm kiếm thấp ở ổ tích dao; thời gian tìm kiếm dài, vì quãng đường ngắn nhất không được biết.

Để tránh điều đó, các dụng cụ có thể được sắp xếp theo số hiệu tăng dần và những vị trí đó phải được giữ nguyên. Nếu sử dụng các dải mã hiệu mỏng dán lên dụng cụ để thay thế cho các vòng mã hiệu thì cũng không khắc phục được vấn đề đó. Mặt khác, các dải mã hiệu lại dễ bị bong ra do tác động của chất làm mát.

- Cách mã hiệu dụng cụ điện tử.

Ở cách mã hiệu này từng vị trí tiếp nhận dụng cụ nhận được một con "chips" điện tử để nhớ số hiệu dụng cụ hoặc các dữ liệu dụng cụ.

Ưu điểm của cách này là: quá trình mã hoá và đọc được thực hiện tự động, không có tác động bằng tay, ít có sai số, từng dụng cụ mang tất cả các dữ liệu hoặc chỉ mang số hiệu dụng cụ. Trong trường hợp này, máy tính sau khi đọc số hiệu dụng cụ sẽ cung cấp mọi dữ liệu dụng cụ thông qua đường dẫn dữ liệu tới hệ CNC.

Nhược điểm của cách này là: đắt hơn vì trong từng vị trí tiếp nhận phải lắp đặt một con "chips" để nhớ; ở từng máy cần có một trạm ghi và đọc. Dữ liệu chỉ được đọc một lần khi nạp dụng cụ vào ổ tích dao. Sau đó, hệ CNC đảm nhận việc xử lý dữ liệu.

- Cách mã hiệu vị trí thay đổi.

Ở đây người vận hành máy nạp từng dụng cụ vào từng vị trí bất kỳ trong ổ tích dao và cung cấp thông tin này cho hệ CNC. Hệ CNC tiếp nhận và thực hiện tiếp khâu quản trị dữ liệu. Cách này càng chiếm ưu thế vì nó tận dụng các tính chất ưu việt của hệ điều khiển số. Ưu điểm của cách này là: sử dụng các dụng cụ không mã hoá hoặc các dụng cụ mã hoá điện tử, tận dụng cách mã hiệu vị trí tin cậy của ổ tích dao, lập trình số hiệu dụng cụ trong chương trình, tiến hành tìm kiếm với quãng đường ngắn nhất, thời gian thay đổi dụng cụ ngắn vì dùng tay tóm kép trao đổi hai dụng cụ giữa hai vị trí ở ổ tích dao và vị trí trục chính. Điều kiện để mã hoá vị trí thay đổi là một hệ CNC có phần mềm cần thiết. Hệ CNC này phải:

+ Tạo lập được sự sắp xếp đúng của các dữ liệu trong từng lần thay đổi dụng cụ và lưu giữ các dữ kiệu đó toàn vẹn.

+ Cung cấp các giao diện dữ liệu tương ứng cho thiết bị đọc (ghi) của linh kiện dữ liệu và cho máy tính dữ liệu dụng cụ khi sử dụng hệ thống mã hiệu điện tử.

+ Hỗ trợ khâu thay đổi dụng cụ bằng tay nhờ hệ CNC đưa dụng cụ tìm kiếm tới một trạm lấy dụng cụ và hiển thị số hiệu dụng cụ để kiểm tra.
+ Giữ chỗ cố định cho các dụng cụ quá cỡ và để trống các chỗ bên cạnh.

Thay đổi phôi (chi tiết gia công).

Với thiết bị thay đổi phôi (chi tiết gia công) tự động có thể tránh được thời gian phụ để điều chỉnh, kẹp chặt, gá lắp, tháo dỡ phôi (chi tiết gia công) bằng cách thực hiện các thao tác đó ở ngoài phạm vi gia công và trong phạm vi thời gian cắt. Tiền đề ở đây là máy được trang bị một cơ cấu (thiết bị) thay đổi bệ (phiến gá). Bệ (phiến gá) là phương tiện mang phôi, trên mặt đế có các bề mặt và các phần tử chức năng để định vị và kẹp chặt chính xác lên bàn của trung tâm gia công của máy và sau khi gia công xong lại được chuyển đi. Nhờ vậy các phôi được thay đổi trong vài giây. Khi có thêm ổ tích bệ (phiến gá) hoặc hệ vận chuyển khép kín có thể tự động thay đổi phôi (chi tiết) trong thời gian gia công dài bất kỳ. Thay đổi bệ (phiến gá) tự động là điều kiện bắt buộc đối với giải pháp tích hợp hoá các trung tâm gia công để thiết lập các hệ thống gia công linh hoạt. Đối với những trường hợp ứng dụng này, các bệ (phiến gá) phải được trang bị thêm các hệ thống mã hiệu nạp và đọc tự động.

Ở các thiết bị mã hoá này còn ccó yêu cầu phải tạo khả năng xác định rõ sau gia công là các bệ (phiến gá) đã qua các máy nào trong hệ thống gia công linh hoạt. Yêu cầu này là cần thiết để khi có sai số gia công xuất hiện, khi giới hạn dung sai bị vượt qua hoặc có phế phẩm thì người vận hành máy dễ dàng phát hiện ra máy hoặc dụng cụ gia công nào có sai số.

Ổ tích bệ (phiến gá).

Ổ tích bệ (phiến gá) có nhiều ưu việt hơn so với cấu trúc liên kết thẳng với xe chạy trên đường ray. Khi cần phải có từ bốn đến tám bệ (phiến gá) cho một ca sản xuất, ổ tích bệ (phiến gá) là giải pháp rẻ nhất. Đối với cấu trúc liên kết thẳng thì ngay từ máy đầu tiên đã có phí tổn đầu tư cao cho các khâu sau: điều phối vận chuyển, xe chạy trên đường ray, các trạm (chỗ gá kẹp, điiều chỉnh), tập huấn vận hành hệ thống.

Ổ tích bệ (phiến gá) được điều khiển bằng hệ CNC của máy, như vậy rất đơn giản để lập trình và vận hành. Cấu trúc liên kết thẳng cần có cách điều khiển cách biệt để triển khai những đơn hàng vận chuyển phức tạp. Ở đây cũng phải xác định sự ưu tiên, bố trí (sắp xếp) từng gá lắp tới các máy xác định và mô phỏng về tải trọng.

Hạn chế chủ yếu của ổ tích bệ (phiến gá) là không thể phát triển mở rộng được. Không thể phát triển mở rộng mặt bằng để lắp đặt thêm

các vị trí gia công, máy rửa sạch hoặc máy đo, hệ thống cung ứng dụng cụ tự động và những trạm/gá kẹp v...v.

* Trung tâm tiện - phay.

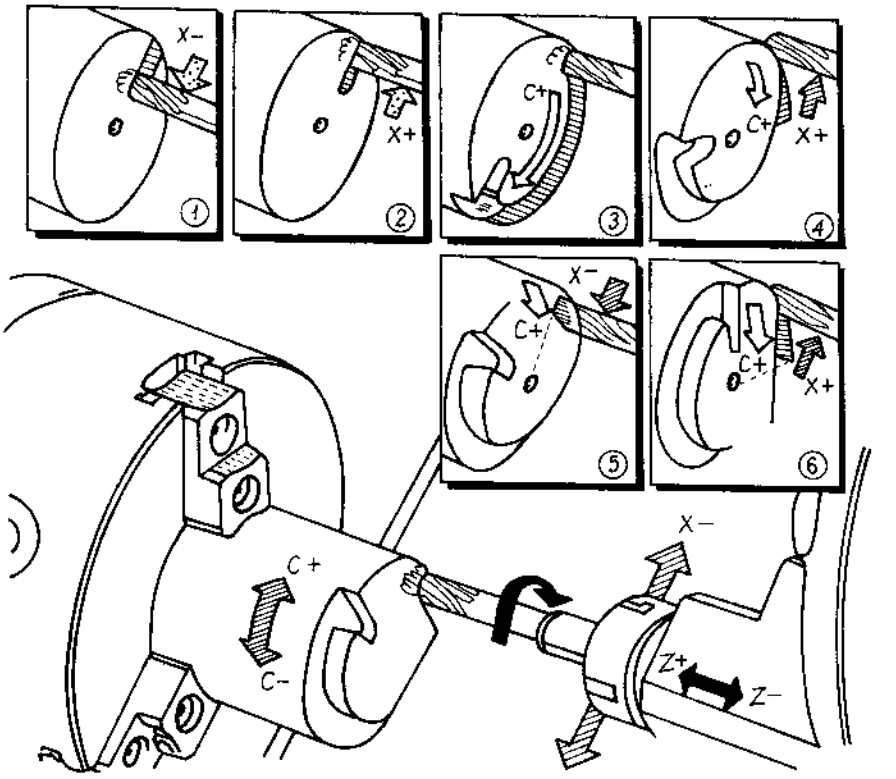
Năng lực của các hệ CNC hiện đại đã tạo điều kiện thực hiện thêm các công việc gia công khác ngoài tiện như phay và khoan, trên các phôi gá trên mâm cặp, với các máy tiện được trang bị tương ứng. Kể cả các trục mài cũng được sử dụng theo nguyên lý này để gia công tiếp các chi tiết đã được tiện. Đầu dao rêvônve với các trục dao được khởi động riêng được trang bị để thu nhận các dụng cụ cắt cần thiết như dao phay, mũi khoan, taro hoặc đá mài. Trục chính của máy, tùy theo yêu cầu sử dụng, được liên kết tự động với một hệ đo là trục C được định vị và điều khiển liên tục giống như một bàn tròn quay, để các dụng cụ được khởi động riêng có thể dịch chuyển chính xác tới từng điểm trên phôi gia công và có thể phay hoặc mài tạo ra các hình dạng bề mặt gia công theo yêu cầu. Tiền đề ở đây là các hệ CNC, hệ CNC này có thể thực hiện phép chuyển đổi toạ độ. Chức năng này cho phép công việc lập trình gia công phay và khoan trong toạ độ đêcac thẳng và hệ CNC chuyển đổi các chuyển động sang hệ toạ độ cực, nghĩa là sự quay của trục C.

Các trung tâm tiện - phay đặc biệt thích hợp để chế tạo các chi tiết cơ khí nhỏ và phức tạp từ vật liệu đặc và được các hãng chế tạo máy tiện chú trọng sản xuất và đưa ra thị trường.

Các trung tâm tiện - phay với những cấu hình khác nhau cũng được sử dụng để chế tạo các chi tiết cơ khí lớn. Ở đây người ta cũng khai thác tận dụng ưu điểm đã nêu trên là thực hiện mọi công việc gia công cần thiết, tiện và phay (khoan) trên phôi mà không phải gá đặt phôi nhiều lần.

Tương tự như ở trung tâm gia công và tế bào gia công, những máy tiện tự động hóa cao cũg được gọi là trung tâm tiện hoặc tế bào tiện. Khả năng gia công của những máy này là đa dạng và hầu như không bị hạn chế. Điều đó tạo khả năng cho người sử dụng chế tạo các chi tiết ở mức độ hoàn chỉnh nhất, để chuyển tới khâu lắp ráp sản phẩm cơ khí, với thời gian ngắn hơn nhiều so với gia công trên các máy thông thường và tương đương với thời gian gia công theo giải pháp gia công đồng thời trên nhiều máy. Trên các máy này không cần có các đồ gá kẹp, không có thời gian dành cho kẹp và tháo phôi (chi tiết gia công) nhiều lần (hình 7-44).

Như vậy ở đây, giải pháp gia công tổng hợp thay thế nhiều máy đơn lẻ, tăng chất lượng gia công và giảm thời gian lưu thông của phôi (chi tiết gia công). Điều đó có tác dụng tích cực đối với chi phí chế tạo chi tiết cơ khí.



Hình 7-44. *Một số nguyên công phay thực hiện trên máy tiện CNC.*

* Máy mài.

Máy mài luôn luôn có vị trí quan trọng trong lĩnh vực chế tạo khuôn mẫu và vật chuẩn. Ở máy mài, vấn đề cải thiện tính linh hoạt và tính kinh tế bằng giải pháp điều khiển số cũng đã trở thành đề tài chủ đạo. Giải pháp thay đá mài và thay phôi tự động đã được nghiên cứu và phát triển. Những trung tâm mài vạn năng mới , có kết hợp sử dụng các dụng cụ khác trước khi mài để tạo điều kiện gia công hoàn chỉnh các chi tiết cơ khí trong một lần gá. Cấu trúc liên kết nhiều máy mài thành các tế bào mài linh hoạt cũng được lập ra.

Tùy theo cấu tạo và lĩnh vực sử dụng mà có các loại máy mài sau:

+ Máy mài phẳng.
+ Máy mài tròn.
+ Máy mài định hình.
+ Máy mài prôphin.
+ Máy mài dụng cụ.
+ Máy mài biên dạng.

Mặc dù ở tất cả các máy mài, đá mài quay tròn được dùng làm dụng cụ cắt, nhưng thiết kế của từng loại máy mài lại khác nhau. Ngược lại chỉ

có một đặc điểm chung cho các dạng mài là: phải đáp ứng yêu cầu rất cao về độ chính xác và chất lượng bề mặt mài.

Số lượng các trục cần phải điều khiển ở các loại máy mài là rất khác nhau. Số lượng trục điều khiển thường là hai, ở các máy mài tròn hoặc mài biên dạng đơn giản, cho tới chín hoặc nhiều hơn ở các trung tâm mài đặc biệt với nhiều đầu mài có thể nghiêng đi để gia công chi tiết. Có thể so sánh với các máy tiện, các máy mài tròn phải được thiết lập để gia công đồng thời các biên dạng ngoài và trong nhờ 2 ×2 trục NC. Ở vị trí nghiêng có thể lập trình được của trục mài để mài mặt côn phải có thêm một trục NC nữa.

Máy mài phẳng có cấu tạo tương tự như máy phay giường, hầu như luôn có ba trục NC, có khi có thêm hai hoặc ba trục NC khác dùng cho trang bị kéo tách biệt. Ở đó , các chi tiết cần mài không phải luôn luôn phẳng mà có thể lồi hoặc lõm theo phương X hoặc Y.

Máy mài dụng cụ có ít nhất là năm trục NC với phép nội suy đồng thời.

Ở phương pháp mài, công nghệ gia công và tối ưu hóa chương trình mài là vấn đề phải quan tâm hàng đầu. Như vậy phải lưu ý các điểm chuyển tiếp từ mài thô sang mài bán tinh và mài tinh và thời gian tắt hoa lửa trong mối quan hệ phụ thuộc vào vật liệu gia công và đá mài; phải đảm bảo chuyển tiếp nhanh và an toàn, không phải gián đoạn quá trình mài.

Những vấn đề đặc biệt của phương pháp mài, trong thời gian dài đã không được các nhà chế tạo hệ NC lưu ý đầy đủ. Do đó các hãng chế tạo máy mài đã tự nghiên cứu phát triển, kèm theo mọi vấn đề phát sinh về chi phí và dịch vụ. Do phát triển liên tục và do chuyên môn hóa sản xuất mà một vài hệ điều khiển đặc biệt dùng cho máy mài đã được tạo lập và duy trì trên thị trường. Các hệ điều khiển tiêu chuẩn ứng với máy tiện và máy phay không thể dùng cho máy mài được, bởi vì máy mài phải đáp ứng những yêu cầu khác hẳn so với máy tiện và máy phay.

Ví dụ:

+ Độ chính xác yêu cầu cao hơn nhiều đối với độ phân giải khi đo và lập trình, hiện tại: 0,1μm và cao hơn.

+Phạm giá trị lượng tiến dao rộng hơn nhiều: 0,02 ÷ 60m/ph.

+ Các chương trình mài và các chương trình thứ cấp có thể truy cập nhanh, cũng như hiệu chỉnh từng bước, dừng, ghi dao động và sửa đá mài.

+ Sửa đá mài điều khiển số bằng kim cương (một lưỡi hoặc con lăn).

+ Hiệu chỉnh (bù) tốc độ quay của trục mài và chuyển động ăn vào của đá mài sau khi sửa đá mài.

+ Tốc độ tiến dao theo quỹ đạo với sai số về gốc 0, để tránh sai số biên dạng khi sửa đá prôphin cũng như khi mài lắc lư.

+ Lập trình và hiệu chỉnh quá trình mài đơn giản, để thợ vận hành máy mài có thể tác động hiệu chỉnh ở mọi thời điểm.
+ Lập trình biên dạng tại máy mài, để có thể là nạp hoặc là biên dạng đá mài hoặc là biên dạng chi tiết mài với trợ giúp đồ họa nhờ hệ CNC.
+ Nạp bằng tay và tự động các giá trị hiệu chỉnh (bù) dụng cụ.
+ Có khả năng nạp dữ liệu hiệu chỉnh (bù) từ xa, ví dụ: từ các hệ thống đo tích hợp hoặc từ xa.
+ Nhiều chức năng mài đặc biệt khác.

Khâu sửa đá mài được thực hiện theo những khoảng thời gian không lập trình cố định, mà là tùy thuộc độ mòn của đá mài hoặc công suất mài đo được. Khi sửa đá mài, dụng cụ bằng kim cương chà xát trên mặt đá mài một hoặc nhiều lần. Hệ NC phải điều chỉnh tự động lượng sửa đá và tăng tốc độ quay, tương ứng với lượng giảm của đường kính đá mài.

* Máy gia công laser.

Cắt bằng laser là một dạng cắt đốt cháy tinh, bằng cách dùng một tia ánh sáng không nhìn thấy làm cho vật liệu gia công nóng chảy và tận dụng phản ứng toả nhiệt với khí ôxy để cắt tấm tôn có chiều dầy tới 6mm. So với những phương pháp cắt đốt cháy khác, cắt bằng laser có những ưu điểm sau:

+ Vết cắt rất hẹp, khoảng chừng 0,2 ÷ 0,4mm.
+ Vùng bị tác động của nhiệt rất bé, khỏng 0,1mm.
+ Vết cắt sắc cạnh.
+ Không có bavia ở mặt dưới.
+ Các cạnh của vết cắt song song với nhau.
+ Độ nhám bề mặt của vết cắt rất thấp.
+ Tốc độ cắt cao, năng suất gia công cao.
+ Ứng dụng thuận tiện cho các tấm mỏng.

So với các phương pháp đột dập cơ khí thông thường, phương pháp cắt bằng laser ưu việt hơn:

+ Không cần dụng cụ, dụng cụ không mòn.
+ Không cần lực tác động.
+ Tạo được các khe, rãnh thủng hẹp.
+ Tốc độ cắt cao hơn.
+ Độ nhám bề mặt vết cắt thấp hơn.
+ Ít tiếng ồn hơn khi cắt.

So với phương pháp cắt bằng tia điện tử, phương pháp cắt bằng tia leser không cần có chân không.

Do phương pháp cắt bằng tia leser không cần có dụng cụ nên không phải chịu chi phí mua sắm (chế tạo) dụng cụ, tổ chức quản trị và thay đổi dụng cụ, do đó góp phần nâng cao tính linh hoạt trong khâu gia công và đảm bảo thời hạn sản xuất.

Tia laser không tồn tại trong tự nhiên, mà là do hiệu ứng laser được ứng dụng thực tiễn lần đầu tiên ở Hoa Kỳ và Anh. Tia laser có bản chất là tia điện từ có duy nhất một bước sóng trong phạm vi quang phổ nhìn thấy (ánh sáng) hoặc trong phạm vi quang phổ hồng ngoại. Tia laser có độ song song rất cao và chỉ phân kỳ ở mức độ vài phần nghìn.

CNC dùng cho máy gia công laser.

Chức năng điều khiển của máy gia công laser là ứng với chuyển động của phôi gia công. Chuyển động của tấm tôn (phôi) thực hiện trong một mặt phẳng, do đó cần phải điều khiển theo hai trục như các hệ đã được phát triển dùng cho phay hoặc tiện. Khi gia công để tạo biên dạng cần có dạng điều khiển theo quỹ đạo cắt với phép nội suy đường thẳng và nội suy đường tròn. Hệ CNC được vận dụng tạo khả năng lập trình và thay đổi chương trình đơn giản hơn. Đối lập với các phương pháp đột dập, phương pháp cắt bằng laser có chuyển động tiến dao trong khi cắt. Với công suất laser là 500W và ứng với chiều dầy tấm tôn (phôi) phù hợp có thể đạt tốc độ tiến dao khi cắt tới 8m/ph, nhưng thông thường hiện nay chỉ là 1÷3m/ph. Tốc độ cắt này được giám sát tốt kể cả khi cắt đường cong có bán kính bé. Tuy vậy ứng với công suất laser và chiều dầy phôi cho trước, phạm vi của giá trị tối ưu ứng với tốc độ cắt, để tạo các vết cắt không có bavia và độ nhám bề mặt thấp nhất, là rất hẹp. Công suất của laser có thể thay đổi bằng cách tác động đối với điện thế, tỷ phần của khí nitơ và lượng khí ôxy.

Do ứng dụng của phương pháp cắt bằng laser rất khác nhau nên không thể định trước về giải pháp tổng hợp về kỹ thuật điều khiển các thông số khác nhau như công suất laser, bán kính cong của vết cắt, tốc độ cắt, chiều dầy phôi, khoảng cách các thấu kính,v...v.

Những ví dụ ứng dụng của laser.

+ Hàn.

Mật độ năng lượng khi hàn laser là $10^4 \div 10^6 W/cm^2$. Phương pháp hàn dùng xung laser các chi tiết cơ khí chính xác bằng kim loại khác nhau với chiều sâu ăn vào tới khoảng 2mm và các điểm hàn có đường kính tới khoảng 1mm. Hàn các đường hàn dài trên các vỏ hộp bằng tôn. Hàn các đường hàn dài trên thép có độ dầy của tấm vật liệu tới 20mm, với laser CO_2 công suất cao (tới 20 kW).

+ Cắt.

Mật độ năng lượng khi cắt laser là $10^6 \div 10^9 W/cm^2$. Với công suất laser CO_2 từ 50 ÷ 1000W có thể cắt kim loại đen có chiều dầy tới 8mm và chất dẻo có chiều dầy tới 40mm. Thủy tinh tổng hợp sau khi được cắt bằng laser sẽ có vết cắt trong suốt.

+ Khắc.

Mật độ năng lượng khi khắc laser là $10^6 \div 10^9 W/cm^2$. Ứng dụng phổ biến nhất là khắc số hiệu, xêri trên các chi tiết cơ khí và khắc những nhãn mác sản phẩm. Ở đây phôi không chuyển dịch dưới tia laser cố định, mà là hệ NC điều khiển một gương chuyển hướng theo nguyên lý phù hợp. Ưu điểm ở đây là gia công không cần có tác động lực, các bề mặt có thể tiếp cận quang học trong phạm vi khoảng cách tới 200mm tính từ thấu kính laser. Tốc độ khắc chữ là nhiều ký tự/s.

Phương pháp cào/làm xước nền ôxit nhôm đối với các linh kiện vi điện tử đã được ứng dụng từ nhiều năm bằng tia laser.

Cấp mở rộng chuyên dụng để khắc cần phải có bộ phát động ký tự, tạo khả năng nạp bằng tay hoặc bằng máy chữ một đoạn chữ định trước mà không cần phải lập trình mở rộng thêm.

+ Khoan.

Mật độ năng lượng khi khoan laser là $10^6 \div 10^9 W/cm^2$. Với laser phát xung có thể khoan các loại vật liệu. Đường kính lỗ khoan từ $10 \div 500\mu m$. Chiều sâu lỗ khoan đạt tới khoảng 10 lần đường kính lỗ khoan trên kim loại, 40 lần trên chất dẻo nhiệt.

Trong những ứng dụng đầu tiên của laser chất rắn có kể đến khoan các chân kính hồng ngọc (Rubi) dùng trong đồng hồ và các công cụ đo cũng như các mà (khuôn kéo) kim cong dùng để kéo dây thép.

Laser CO_2 phát xung dùng để cắt giấy cuộn điếu thuốc lá trong ba ca liên tục.

+ phay.

Cấu tạo cơ bản của máy phay laser giống như một máy phay, nhưng lại được thiết lập ứng với những yêu cầu cao về động học đối với các máy laser. Đầu laser có thể nghiêng đi $\pm 90^0$.

Có thể tập trung chính xác tia laser trong phạm vi đường kính 0,2mm; tạo điều kiện gia công rất chính xác trên phôi kim loại, chất dẻo, gốm sứ, các vật liệu khác, các túi, khe thủng và prôphin có cấu trúc tinh tế, đạt tới chiều sâu mong muốn. Các chi tiết tinh xảo được cắt bằng tialaser sẽ được tách ra khỏi tấm phôi nhờ áp lực của tia khí. Hệ CNC dùng cho năm trục đồng thời, ngoài yêu cầu phải có tính động học cao, còn có yêu cầu điều khiển được thường xuyên công suất và tần số phát xung của laseer.

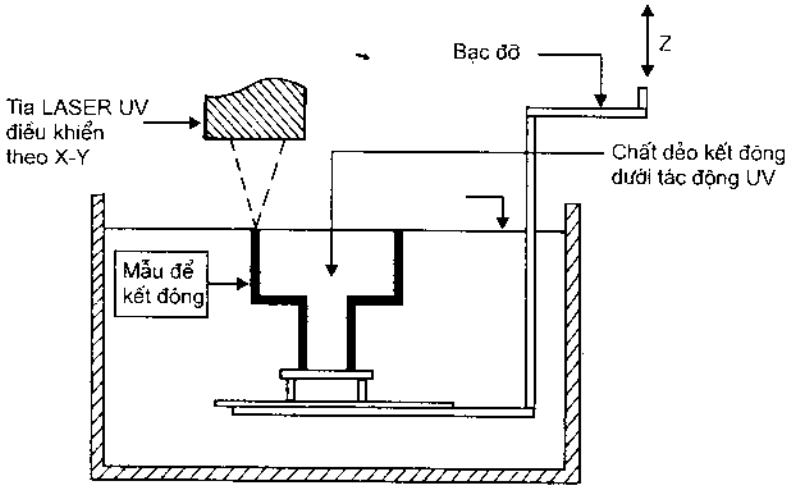
+ Tạo mẫu.

Đây là một phương pháp chế tạo các chi tiết mẫu không cần có khuôn đúc và khuôn ép. Đó là một kỹ thuật hoàn toàn mới, nhằm chế tạo một mô hình (mẫu) trực tiếp từ các dữ liệu CAD chính xác cao, nhanh và có chi phí hợp lý, không cần mẫu và không cần gia công cơ khí. Tiền đề ở đây là một máy tính CAD/CAM để thiết kế chi tiết. Sau quá trình xử lý của máy tính,

một chương trình chuyên dụng sẽ phân, tách bản vẽ phác thảo trên màn hình thành nhiều tiết diện (mặt cắt) phong phú trong mặt phẳng X/Y. điều đó được thực hiện trong chương trình điều khiển dùng cho tia laser cực tím, được điều khiển số, đảm bảo tia laser chiếu lên vật thể cần tạo dựng theo từng lớp liên tục.

Một bể có chứa chất dẻo tổng hợp nhạy cảm của tia cực tím, tia laser tác động lên bể chứa và chất dẻo sẽ đông kết ở trong phạm vi "lòng khuôn", do các lớp từ dữ liệu của CAD tạo nên, để tạo ra mẫu vật. Mẫu đó cuối cùng được lấy ra khỏi bể và sau khi đông kết hoàn toàn trong một lò có tác động của tia cực tím, nó sẽ được gia công, sơn phủ và giống như chi tiết thật sự, nó sẽ được lắp thử. Quá trình chế tạo vật mẫu như vậy chỉ diễn ra trong vài giờ.

Phương pháp tạo mẫu này dựa trên cơ sở phối hợp giữa kỹ thuật hóa tổng hợp CAD và kỹ thuật laser. Mặc dù chưa có nhiều kinh nghiệm rút ra từ thực tế, nhưng phương pháp này có triển vọng lớn để chế tạo dụng cụ và khuôn mẫu (hình 7-45).



Hình 7-45. *Nguyên lý tạo mẫu nhanh.*

* Máy tia lửa điện EDM.

Phương pháp gia công bằng tia lửa điện là phương pháp gia công điện vật lý, dựa trên hiệu ứng vật lý như sau: nhờ giải phóng năng lượng nhiệt điện giữa hai điện cực khi chúng tiến gần đến nhau, trong hai điện cực đó: phôi gia công là điện cực dương, và dụng cụ là điện cực âm khi kim loại gia công bị nung nóng lên tới hàng nghìn độ C, nóng chảy và bốc cháy (hóa hơi) và bị đưa ra khỏi vùng gia công, tạo ra hình dạng và kích thước cần thiết, làm thay đổi tổ chức và tính chất của bề mặt gia công. Quá trình bóc tách vật liệu diễn ra ở phương pháp này chậm hơn nhiều so với phương

pháp cắt gọt bằng dụng cụ cắt thông thường. Tuy vậy phương pháp này tạo ra khả năng tự động hóa kể cả khi gia công các chi tiết phức tạp.. đảm bảo hiệu quả gia công. Khi gia công bằng phương pháp này không được để xẩy ra hiện tượng hồ quang điện, để tránh phá hỏng dụng cụ và phôi.

Máy tia lửa điện (EDM) là một trong những máy quan trọng nhất đang được sử dụng để gia công các dụng cụ (khuôn) đột dập, phun ép chất dẻo,v...v. Trong thực tế, phương pháp gia công này được thực hiện trên hai loại máy EDM khác nhau, đó là: máy EDM dùng điện cực dây và máy EDM dùng điện cực định hình. Máy EDM gia công các chi tiết cơ khí với những đặc điểm sau:

+ Bề mặt gia công có hình dạng phức tạp.
+ Vật liệu gia công có độ cứng cao.
+ Yêu cầu chính xác cao.
+Không thể áp dụng các phương pháp gia công nào khác.

Công việc điều chỉnh và quá trình hoạt động của máy EDM đặt ra những yêu cầu tương ứng đối với thợ vận hành máy.

- Máy EDM dùng điện cực dây.

Ở máy EDM này, vật liệu phôi gia công bị nóng chảy tách ra và bốc hơi do tác động không tiếp xúc, không có tác động lực của một điện cực dây có đường kính 0,1 ÷ 0,3mm. Hàng nghìn lần phóng điện giữa hai điện cực (dụng cụ, phôi) trong thời gian là một giây làm nóng chảy và bốc hơi những phần vật liệu gia công nhỏ nhất. Các phoi cực nhỏ đó sẽ lắng đọng trong một dung dịch điện môi và được hút ra ngoài. Chất điện môi ở đây được dùng là nước đã khử ion, có tác dụng tạo ra kháng trở chuyển tiếp giữa hai điện cực, cuốn các phoi cắt ra khỏi vùng gia công, làm nguội phôi và cải thiện điều kiện di trượt của điện cực dây.Các xung điện do một máy phát tạo ra. Máy EDM còn có hệ điều khiển lượng tiến dao khi chuyển động tương đối giữa điện cực dụng cụ và phôi, nhằm tạo ra khoảng cách cần thiết để phát ra tia lửa điện giữa chúng. Độ chính xác về hình học và chất lượng bề mặt gia công phụ thuộc vào tốc độ tiến dao và mức độ ổn định của lượng tiến dao. Điện cực dây bị mòn do các lần phóng điện; vì vậy phải có dây mới liên tục chạy qua vùng cắt với tốc độ không thay đổi. Một cuộn dây điện cực nặng 6 kg có thể vừa đủ cho thời gian cắt khoảng hơn 100 giờ. Động cơ và các hệ trượt, dẫn hướng của điện cực dây có ý nghĩa quan trọng đối với kết quả gia công.

Hệ điều khiển số đảm bảo quỹ đạo cắt chính xác bằng cách điều khiển chuyển động X/Y. Khi cắt rãnh nghiêng hoặc cắt hình khối với góc nghiêng thay đổi phải có thêm chuyển động thứ hai trong mặt phẳng U/V nằm ở phía trên mặt phẳng X/Y. Các bề mặt hình côn, các rãnh có độ nghiêng thay đổi đều đặn cũng có thể được tạo ra trên máy EDM này.

Vật liệu gia công phải là những vật liệu có khả năng dẫn điện và vật liệu bán dẫn. Những ưu điểm của phương pháp gia công này là có thể gia

công sau nhiệt luyện và có thể đạt độ chính xác và chất lượng bề mặt rất cao.

- Máy EDM dùng điện cực dụng cụ định hình.

Ở đây, một điện cực dụng cụ định hình được chuyển dịch từ phía trên xuống phôi gia công và nhờ hiện tượng phóng điện mà tác dụng nén "âm" được tạo ra trong phôi gia công. Giống như ở các phương pháp gia công thông thường, khi gia công bằng phóng điện ăn mòn lượng kim loại lớn được bóc tách ra ở chế độ gia công thô và lượng kim loại nhỏ hơn nhiều được bóc tách ra ở chế độ gia công tinh. Chất lượng bề mặt siêu tinh có thể đạt được nhờ một quá trình đánh bóng phóng điện ăn mòn nối tiếp sau đó với năng lượng phóng điện rất nhỏ. Trong quá trình đánh bóng này, hệ CNC điều khiển cực dụng cụ có thêm chuyển động hành trình tròn đều trong mặt phẳng X/Y và tiến rất chậm theo phương Z.

Khác với loại máy EDM dùng điện cực dây, loại máy EDM điều khiển điện cực theo những quỹ đạo thẳng và quỹ đạo tròn (mặt phẳng X/Y) và giám sát lượng tiến dao theo phương Z. Khi xảy ra đoản mạch, hệ CNC điều khiển điện cực dụng cụ rút nhanh về vị trí trên cùng và lập tức sau đó tái lập lại qúa trình gia công; đảm bảo cho quá trình gia công liên tục và duy trì quan hệ trao đổi các tín hiệu của chu trình điều khiển chuyên dụng với hệ phát động. Các máy nhỏ hơn có thể còn được trang bị một hệ thay đổi điện cực dụng cụ tự động và một hệ thay đổi bệ (phiến) gá phôi. Công việc lập trình của hệ CNC thường được thực hiện trực tiếp tại máy gia công. Ở đây thợ vận hành máy gia công có thể truy cập (tìm) các chu trình gia công được nhớ trong hệ CNC và kiểm tra các dữ liệu cần thiết do mình đã nạp vào có trợ giúp đồ họa.

* Máy gia công bằng tia điện tử.

Những máy này ngày nay đang được dùng để hàn, khoan và trong những trường hợp cụ thể để tôi và làm nóng chảy kim loại. Dụng cụ gia công ở đây là một chùm tia mảnh và sắc của các điện tử nhanh, giàu năng lượng. Tia điện tử được tạo ra theo nguyên lý giống như ở bóng màn hình vô tuyến, nhưng có công suất tia lớn hơn 10% và có giá trị trong phạm vi chừng 1 ÷100kW. Công suất được tập trung trong một điểm đốt cháy có đường kính khoảng 0,1 ÷ 2mm, tạo ra mật độ năng lượng là $10^6 \div 10^9 W/cm^2$. Khi tia điện tử này tác động lên bề mặt phôi, các điện tử bị cản (hãm) đột ngột và năng lượng chuyển động (động năng) của chúng được chuyển đổi thành nhiệt năng. Tùy theo khâu điều khiển tia (tia duy trì chế độ tác động lâu dài, chế độ phát xung, chuyển hướng tia) mà phôi bị hàn hoặc bị khoan. Ưu điểm của phương pháp này là tính chất điều khiển không bị trễ của tia điện tử.

Khâu tạo ra tia điện tử và quá trình gia công chỉ có thể thực hiện trong chân không, bởi vì tia điện tử bị hãm và phân tán mạnh (đến mức mất

khả năng tập trung năng lượng của chùm tia điện tử) là do các phần tử không khí.

Sự di chuyển cần thiết phạm vi gia công sau mỗi lần thay đổi phôi thường rất lâu. Do vậy phương pháp gia công bằng tia điện tử đang được thay thế dần bằng kỹ thuật laser.

Hệ CNC ở phương pháp gia công bằng tia điện tử phải đảm nhận những nhiệm vụ đặc biệt sau đây:

+ Điều khiển từ hai đến năm trục NC để tạo chuyển động cho phôi gia công.
+ Điều khiển tia điện tử.
+ Điều khiển tập trung năng lượng của tia điện tử bằng hệ thấu kính quang học.
+ Chuyển hướng tia điện tử theo trục X và trục Y.
+ Tạo ra chế độ phát xung,chế độ duy trì, chế độ mở (ngắt) tia điện tử.
+ Giám sát quá trình gia công.

Chi phí chế tạo máy gia công bằng tia điện tử thường rất cao phức tạp và tốn kém do cấu tạo cơ khí của ống phát tia điện tử và hệ thống thoát nhiệt trong chân không phức tạp, tốn kém; vì vậy ngày nay, loại máy này chỉ được dùng khi không thể áp dụng các phương pháp gia công khác rẻ hơn.

* Máy cắt dùng tia nước.

Để cắt những vật liệu mềm, không ổn định như cao su, da, giấy, xốp, styropor, kể cả CFK, GFK hoặc PVC, mà những dụng cụ cắt thông thường hầu như không sử dụng được. Ngày nay có thể sử dụng phương pháp cắt bằng tia nước đối với những loại vật liệu đó.

Nguyên lý của phương pháp này đơn giản: nước được ép với áp suất cao từ 4000 đến 9000 bar (1at = 0,981bar) qua một vòi phun đặc biệt, có đường kính lỗ vòi phun là 0,1 ÷ 0,3mm. Tốc độ nước thoát ra từ lỗ vòi phun là 800 ÷ 900m/s, gấp đôi tốc độ âm thanh. Khi tia nước này phun lên vật liệu gia công, nó sẽ có tác động như một lưỡi cắt mảnh không nhìn thấy được và khoan vào vật liệu, rồi sau đó cắt đều theo bốn phương. Mạch cắt do tia nước tạo ra ở vật liệu gia công chỉ trong phạm vi 0,1 ÷ 0,3mm. Tốc độ cắt, tùy theo chiều dầy của vật liệu gia công, có giá trị trong khoảng 1 ÷ 500m/ph.

Lượng nước tiêu thụ ở đây vào khoảng 1,5 l/ph. Lượng nước sau khi dùng có thể được lọc và sử dụng lại trong quá trình cắt.

Khi tia nước chưa cắt được vật liệu, có thể hòa lẫn bột cắt rất mịn vào nước để tăng hiệu suất cắt. Với giải pháp công nghệ này có thể cắt thép với độ dầy tới 80 mm; có thể cắt titan, thủy tinh và các loại vật liệu khác.

Ưu điểm của phương pháp cắt bằng tia nước là:

+ Gia công các chi tiết phẳng và các chi tiết có dạng khối với kích thước ba chiều.

+ Mạch cắt có chất lượng cao, ở vật liệu thép đạt chất lượng mạch cắt tốt hơn khi cắt bằng cách đốt cháy dùng mỏ hàn cắt.

+ Các cạnh cắt sạch , không có bavia.

+ Lượng thất thoát vật liệu ở cạnh cắt ít.

+ Không có phoi cắt, không có bụi bay và lắng đọng trên vật gia công (bột cọ xát mịn sẽ lắng đọng lại thành bụi mịn).

+ Tốc độ tiến dao cao.

+ Nhiệt độ cắt không cao, chi tiết gia công không bị biến dạng.

+ Không có lực tiến dao, không có lực cắt do đó chi tiết gia công từ vật liệu mềm sẽ không bị biến dạng.

+ Chi tiết gia công không có hiện tượng tích điện, vì vậy có thể cắt tách các tấm dẫn điện tử mà không làm hỏng các linh kiện vi điện tử đã được cấy trên đó.

Các máy cắt dùng tia nước thường được chế tạo theo nguyên lý của một máy có dầm ngang điều khiển theo ba trục, có thêm hai trục nghiêng cho vòi phun nước. Vòi phun còn có thể được nối ghép với một rôbôt để đạt tính linh hoạt ở mức cao nhất.

p) Đánh giá độ chính xác gia công trên máy CNC.

* Khái niệm về độ chính xác gia công.

Độ chính xác gia công của chi tiết máy là mức độ giống nhau về hình học, về tính chất cơ lý của lớp bề mặt chi tiết máy được gia công so với chi tiết máy lý tưởng trên bản vẽ thiết kế.

Tro g thực tế không thể nào chế tạo được chi tiết máy tuyệt đối chính xác, nghĩa là hoàn toàn phù hợp về mặt hình học cũng như tính chất cơ lý với các giá trị lý tưởng. Kể cả khi gia công một loạt chi tiết trong cùng một điều kiện xác định, mặc dù những nguyên nhân sinh ra sai số của mỗi chi tiết là giống nhau nhưng xuất hiện sai số tổng hợp trên từng chi tiết là khác nhau. Sở dĩ có hiện tượng như vậy là do tính chất khác nhau của sai số thành phần. Một sai số xuất hiện trên từng chi tiết của cả loạt đều có giá trị không đổi hoặc thay đổi theo một quy luật nhất định. Những sai số này gọi là sai số hệ thống không đổi hoặc là sai số hệ thống thay đổi. Ngoài ra còn có một số sai số khác mà giá trị của chúnh xuất hiện trên mỗi chi tiết không theo một quy luật nào cả. Những sai số này gọi là sai số ngẫu nhiên.

Chính vì vậy, kích thước thực của mỗi chi tiết trong một loạt chi tiết đều khác nhau, khác cả với kích thước điều chỉnh và kích thước lập trình. Các kích thước đó giao động trong một giới hạn nào đó.

Các nguyên công sinh ra sai số hệ thống không đổi khi gia công trên máy CNC:

+ Sai số lý thuyết của phương pháp cắt.
+ Sai số chế tạo của máy, đồ gá, khối dụng cụ cắt.
+ Độ biến dạng của chi tiết gia công.
+ Sai số chuẩn bị chương trình, sai số tính toán toạ độ các điểm tỳ, sai số xấp xỉ hóa, sai số nội suy.

Các nguyên nhân sinh ra sai số hệ thống thay đổi là:

+ Dụng cụ cắt bị mòn theo thời gian cắt.
+ Biến dạng vì nhiệt của máy, dao, đồ gá.

Các nguyên nhân sinh ra sai số ngẫu nhiên là:

+ Tính chất vật liệu (độ cứng) không đồng đều.
+ Lương dư gia công không đều.
+ Vị trí của phôi trong đồ gá thay đổi (dẫn đến sai số gá đặt).
+ Sự thay đổi của ứng suất dư.
+ Do gá dao nhiều lần.
+ Do dao động nhiệt của của chế độ cắt gọt.
+ Do sai số phục hồi chương trình.

* Các nguyên nhân sinh ra sai số gia công trên máy CNC.

Sai số do biến dạng đàn hồi của hệ thống công nghệ.

Hệ thống công nghệ máy - đồ gá - dao - chi tiết không phải là một hệ thống tuyệt đối cứng vững mà ngược lại khi chịu tác dụng của ngoại lực nó sẽ bị biến dạng đàn hồi và biến dạng tiếp xúc. Trong quá trình cắt gọt, các biến dạng này gây sai số kích thước và sai số hình dạng hình học của chi tiết gia công. Trong thực tế để xác định ảnh hưởng này người ta phải dùng phương pháp thực nghiệm, để đánh giá sai số này ta phân ra và đánh giá từng nhân tố ảnh hưởng như sau:

+ Sai số do ảnh hưởng của độ cứng vững hệ thống công nghệ.
- Sai số gây ra do biến dạng của đồ gá.
- Sai số gây ra do biến dạng của chi tiết gia công.
- Sai số gây ra do biến dạng của dao cắt và ổ gá dao.

+ Sai số do ảnh hưởng của dao mòn .

Dao mòn sẽ làm cho kích thước gia công thay đổi và cả lực cắt cũng thay đổi gây ảnh hưởng đến hệ thống máy - đồ gá - dao - chi tiết.

+ Sai số do ảnh hưởng của sai số phôi.

Do sai số hình học của phôi nên chiều dầy lớp phoi cắt thay đổi làm thay đổi lực cắt gây biến dạng của hệ thống và gây nên sai số hình dạng cùng loại trên chi tiết gia công.

Sai số do ảnh hưởng của độ chính xác máy, dao , đồ gá và tình trạng mòn của chúng.

+ Sai số của máy CNC.

Cũng như các loại máy công cụ khác, máy CNC cũng được chế tạo đến một độ chính xác nhất định. Các sai số hình học của máy do chế tạo như:

- Độ đảo trục chính theo hướng kính.
- Độ đảo lỗ côn trục chính.
- Độ chính xác của cơ cấu dẫn hướng.
- Độ chính xác của cơ cấu truyền động vít me - bi.

Các sai số của máy sẽ phản ánh toàn bộ hoặc một phần lên chi tiết dưới dạng sai só hệ thống.

+ Sai số gá đặt

Sai số gá đặt bao gồm các sai số của bản thân việc chế tạo đồ gá, sai số kẹp chặt và sai số do việc gá đạt đồ gá lên máy CNC.

+ Sai số dụng cụ cắt.

Độ chính xác chế tạo dụng cụ cắt, mức độ mài mòn của nó và sai số gá đặt dụng cụ trên các giá đỡ dụng cụ cũng như độ chính xác bản thân giá đỡ trên máy NC đều ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Sai số chế tạo dụng cụ sẽ ảnh hưởng trực tiếp đến kích thước gia công như khoan, doa, v... v; ngoài ra trong quá trình cắt dụng cụ bị mòn cũng ảnh hưởng khá lớn đến độ chính xác gia công.

+ Sai số do chế tạo khối dao và hiệu chỉnh dao.

Bản thân dụng cụ được nối với các bộ phận phù hợp như ống nối, ống lót v...v,những bộ phận này vẫn có những sai số nhất định và có ảnh hưởng đến độ chính xác gia công. Sai số của dụng cụ cắt sẽ giảm nếu áp dụng có hiệu quả giải pháp điều chỉnh dao trước khi gia công và dùng các lệnh bù dao trong chương trình gia công NC.

Sai số do ảnh hưởng vì nhiệt của máy - đồ gá - dao - chi tiết.

Trong quá trình gia công , hệ thống công nghệ bị nóng lên do ma sát, do nhiệt truyền vào và do ảnh hưởng của nhiệt độ môi trường xung quanh. Dưới tác dụng của các nguồn nhiệt sự dãn nở của các chi tiết cấu thành khác nhau dẫn đến sự biến dạng của cả hệ thống làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Sai số do rung động trong quá trình cắt.

Rung động xảy ra phần lớn do độ cứng vững của hệ thống công nghệ kém làm cho vị trí tương đối giữa dao và chi tiết thay đổi làm ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Sai số do ảnh hưởng của hệ thống điều khiển.

Ngoài các sai số kể trên, máy CNC còn có những sai số do hệ điều khiển chương trình và các đặc điểm gia công trên loại máy này gây ra. Đó là sai số chuẩn bị chương trình và sai số phục hồi chương trình để truyền lệnh từ vật mang chương trình đến cơ cấu chấp hành của máy. Ngoài ra sai số của hệ đo lường dịch chuyển điều khiển CNC cũng là một yếu tố quan trọng có ảnh hưởng đến độ chính xác gia công.

Tóm lại, so với máy công cụ thông thường, máy CNC có nhiều ưu điểm nổi bật như:

+ Toàn bộ quá trình gia công được tự động hoá hoàn toàn nên đảm bảo độ chính xác cao, không phụ thuộc tay nghề công nhân.

+ Máy công cụ CNC được chế tạo với độ chính xác cao, cho phép gia công các chi tiết với các dung sai cực nhỏ (sai lệch về kích thước có thể nhỏ hơn 0,001mm).

+ Máy CNC 3D có thể gia công các bề mặt định hình phức tạp mà trên máy công cụ thông thường không thể gia công được.

+ Các động cơ của máy công cụ CNC điều khiển vô cấp cho phép người lập trình gia công lựa chọn chế độ cắt tối ưu.

Ngoài ra máy công cụ CNC còn có thể tự động bù dao đảm bảo công tác gia công theo kích thước lập trình khi dao bị mòn đến giá trị giới hạn. Cùng với các tính năng khác của máy CNC cho phép hạn chế tối đa các nguyên nhân gây sai số trong quá trình gia công nên có thể chế tạo các chi tiết máy với độ chính xác cao.

* Xây dựng chuỗi kích thước công nghệ trên máy CNC.

Chuỗi kích thước có thể được xây dựng trực tiếp từ sơ đồ kích thước của quá trình công nghệ hoặc được xây dựng nhờ áp dụng lý thuyết đồ hoạ. Dù chuỗi kích thước được xây dựng bằng phương pháp nào thì cũng phải tuân theo các điều kiện sau:

+ Số chuỗi kích thước cần xây dựng sẽ luôn luôn bằng số bậc tự do mà nó xác định độ chính xác vị trí tương đối của các chi tiết máy.

+ Đối với yêu cầu về độ chính xác vị trí các điểm, đường hay mặt phẳng trên một chi tiết trong quá trình gia công thì số khâu khép kín hay số chuỗi kích thước cần xây dựng sẽ đúng bằng số kích thước nguyên công thành phần được thực hiện trong quá trình gia công. Ở đây các khâu khép kín sẽ là các lượng dư nguyên công, sai lệch giới hạn của nó hay độ đảo hướng kính của các bề mặt gia công.

+ Như vậy việc xây dựng chuỗi kích thước công nghệ chỉ phụ thuộc vào các kích thước của chi tiết cần gia công và các kích thước nguyên công thành phần của quá trình công nghệ gia công chi tiết đó. Đối với việc gia công trên máy công cụ thông thường

hay máy CNC khi quá trình công nghệ giống nhau thì việc xây dựng và giải chuỗi kích thước là như nhau. Thông thường gia công trên máy công cụ CNC cho ta sản phẩm có độ chính xác cao hơn và hầu hết đạt yêu cầu, tỷ lệ phế phẩm hầu như không có. Sự khác biệt về quá trình gia công trên máy công cụ CNC so với máy công cụ thông thường đó là việc thay thế sự điều khiển trực tiếp của người công nhân đứng máy bằng việc lập trình gia công theo ngôn ngữ lập trình quy định và cũng chính hệ thống này cho phép máy công cụ CNC có thể gia công các bề mặt định hình phức tạp.

Do hệ thống điều khiển quá trình gia công khác nhau nên việc ghi kích thước trên bản vẽ gia công cũng khác nhau.Thông thường kích thước trên bản vẽ chế tạo chi tiết gia công trên máy công cụ CNC được ghi theo cách ghi kích thước tuyệt đối. Có nghĩa là trên bản vẽ, tất cả các kích thước được ghi xuất phát từ những đường thẳng chuẩn, giao điểm của các đường thẳng chuẩn này là điểm gốc toạ độ nên trùng với điểm không của chi tiết (W). Ít khi sử dụng cách ghi kích thước theo gia số vì theo cách ghi này trong quá trình gia công sẽ tạo nên các sai số tích luỹ, còn cách ghi kích thước như từ trước đến nay để gia công trên máy công cụ thông thường hầu như không sử dụng được.

Việc xây dựng chuỗi kích thước công nghệ trên máy công cụ CNC cũng được thực hiện tương tự như trên máy công cụ thông thường, sự khác biệt quá trình công nghệ khi gia công trên máy CNC so với khi gia công trên máy công cụ thông thường đối với một số chi tiết cụ thể đó là việc chọn bề mặt chuẩn gia công. Khi gia công trên máy công cụ thông thường ta có thể thay đổi bề mặt chuẩn gia công theo các bước nguyên công, khi gia công trên các máy CNC chuẩn gia công được chọn một lần và sử dụng trong suốt quá trình gia công, cùng với cách ghi kích thước tuyệt đối (trên bản vẽ tất cả các kích thước được ghi xuất phát từ những đường thẳng chuẩn, giao điểm của các đường thẳng chuẩn này là điểm gốc toạ độ nên trùng với điểm không của chi tiết (W). Chính điều này rất thuận tiện cho quá trình xây dựng chuỗi kích thước và hầu như các chuỗi kích thước công nghệ trên máy CNC đơn giản hơn nhiều so với chuỗi kích thước công nghệ gia công trên máy công cụ thông thường.

q) Đầu tư ứng dụng kỹ thuật gia công NC, CNC trong sản xuất.

Nhìn chung, hiệu quả kinh tế mà giải pháp đầu tư sử dụng một máy NC mang lại phụ thuộc vào những chỉ tiêu sau đây:

* Độ lớn của loạt.

Phạm vi ứng dụng NC điển hình là khoảng từ 5 ÷ 500 chi tiết/loạt. Phí tổn về thời gian điều chỉnh, gá lắp và dụng cụ chuyên dùng thường là các yếu tố chi phí chính khi gia công trên máy công cụ thông thường. Còn

khi gia công trên máy công cụ NC giá trị của các yếu tố đó hầu như luôn luôn thấp hơn đáng kể.

* Độ phức tạp của chi tiết gia công.

Chi tiết có độ phức tạp cao được gia công trên máy NC thuận lợi và nhanh hơn so với gia công trên máy công cụ thông thường. Các tiến trình công nghệ NC chỉ cần lập trình một lần, nhưng có thể sử dụng lặp lại nhiều lần một cách chính xác.

* Những thay đổi về thiết kế chi tiết.

Kết cấu chi tiết gia công có sự thay đổi nhiều, khi gia công trên máy công cụ thông thường sẽ gây ra chí phí lớn về điều chỉnh và chuyển đổi về công nghệ và tổ chức sản xuất. Khi gia công trên máy NC thì hầu như chỉ phải thay đổi phương tiện ghi nhận và chuyển tiếp chương trình gia công NC (còn gọi là vật mang tin) còn gá lắp và dụng cụ thường không phải thay đổi.

* Chi phí dụng cụ.

Chi phí về dụng cụ khi dùng máy NC có thể giảm trước hết bằng giải pháp tối ưu hoá tuổi bền của dụng cụ cắt. Những tiền đề cần thiết đã được tạo lập ở máy NC bằng giải pháp tối ưu tốc độ quay của trục máy và tốc độ tiến dao trong phạm vi đặc biệt.

* Chi tiết đắt tiền.

Các chi tiết đắt tiền từ hợp kim đặc biệt có tỷ lệ gia công cắt gọt cao (tới 50%) đặt ra yêu cầu khi gia công phải đảm bảo độ tin cậy cao nhất, bởi vì các chi tiết phế phẩm không chỉ gây ra lãng phí tài chính mà còn gây ra phiền phức về thời hạn gia công. Những thiết bị giám sát được trang bị thêm cho máy NC sẽ nâng cao độ an toàn để đạt mức tối đa.

* Kiểm tra chất lượng.

Khâu kiểm tra chất lượng gia công bao gồm nhiều phép đo phức tạp, tốn nhiều thời gian và có chi phí lớn. Khi gia công trên máy NC, nhờ tiến trình gia công đều đặn và hầu như là không chịu tác động của con người mà khâu kiểm tra chất lượng được giới hạn đảm bảo tin cậy trong phạm vi thực hiện các phép thử.

* Diện tích sản xuất.

Diện tích sản xuất hầu như được tận dụng tới mức độ cao khó có thể lắp đặt thêm những máy khác trên mặt bằng để mở rộng sản xuất. Với máy NC có thể tăng số lượng chi tiết chế tạo được trên một mét vuông diện tích mặt bằng mà không phải áp dụng biện pháp xây dựng mở rộng tốn kém. Mặt khác , khi gia công trên máy NC còn có lợi là không phải xây dựng mở rộng thêm kho dụng cụ gá lắp.

* Hợp tác và phối hợp sản xuất.

Các cơ sở sản xuất bên ngoài và các phân xưởng vệ tinh ở xa có thể phối hợp với nhau dễ dàng hơn khi dùng máy NC, bởi vì thông qua giải pháp sử dụng các phương tiện ghi nhận và chuyển tiếp chương trình NC được phân phối từ trung tâm có thể đảm bảo cung cấp và đáp ứng tốt các chi tiết đạt kích thước yêu cầu với chi phí hợp lý.

* Gia công thử nghiệm trước khi chế tạo hàng loạt.

Công việc này khi thực hiện với máy NC thuận tiện và kinh tế hơn so với máy thường.

* Thời gian gia công.

Thời gian gia công được xác định chính xác ở máy NC. Như vậy có thể xác định thời gian chính xác cho các khâu gia công tiếp theo và cho các tiến trình kiểm tra,qua đó có thể đạt hiệu quả sử dụng thiết bị hợp lý.

* Kho chứa chi tiết thành phẩm.

Tương tự như khâu lưu trữ và bảo quản bán thành phẩm, khâu lưu kho các chi tiết thành phẩm cũng tạo ra khoản chi lớn cho một xí nghiệp. Khâu phải gia công sửa lại cũng có khả năng thực hiện với số lượng ít trên máy NC, nên có thể giảm chi phí về kho chứa.

* Nhiều thao tác (bước công nghệ) trong một lần gá phôi gia công.

Khả năng thực hiện nhiều thao tác (bước công nghệ) trong một lần gá phôi gia công, đặc biệt là ở các trung tâm gia công MC là hiện thực, do đó thao tác chuyển đổi (điều chỉnh) tốn kém và các kho chứa trung gian không còn cần thiết nữa. Đây cũng là tiêu chuẩn quyết định đối với các hệ thống gia công linh hoạt FMS.

* Chi tiết có chất lượng tốt hơn.

Gia công chi tiết được thực hiện trên dây chuyền công nghệ, không có ảnh hưởng của con người, nên đảm bảo chất lượng tốt hơn. Điều đó có tác dụng giảm thời gian lắp ráp sản phẩm và ít phải gia công sửa lại.

* Thời gian lưu thông ngắn hơn.

Thời gian lưu thông của đối tượng gia công trên dây chuyền công nghệ ngắn nhờ giảm được thời gian chờ đợi và lưu kho của các chi tiết; mà ở máy thường thì các thành phần thời gian này chiếm tới 95% tổng thời gian lưu thông.

* Xử lý trực tiếp.

Hệ NUBRS của các hệ thống CAD dùng cho các bề mặt hình học phức tạp, tạo cho việc lập trình NC nhanh hơn, giảm thời gian chuẩn bị

công nghệ, loại trừ sai số hình học, tạo ra các chi tiết chính xác hơn. Đây là bước để đi vào gia công bằng số ở mức hoàn thiện hơn.

Giá trị đầu tư mua sắm để sử dụng máy gia công NC rất lớn (hàng trăm triệu, thậm chí vài tỷ đồng);vậy phải tính toán hiệu quả kinh tế ứng với giải pháp này so với hiệu quả kinh tế kỹ thuật với máy thường (máy công cụ không điều khiển số).

Tại các nước công nghiệp phát triển Tây Âu, tỷ lệ máy CNC dùng trong sản xuất tại các hãng cơ khí cũng chưa phải nhiều hơn so với máy thường; ở đây, máy NC, CNC hầu như được dùng ở những nơi quan trọng (có yêu cầu chính xác cao) trong quá trình gia công cơ khí. Ví dụ: theo số liệu công bố chính thức của Hiệp hội chế tạo máy Đức năm 1989: trong số 522 xí nghệp được khảo sát chỉ có 51 xí nghiệp ứng dụng kỹ thuật NC (tỷ lệ 10%).

Quyết định đầu tư mua sắm máy NC, CNC cho sản xuất dựa trên giá trị hiệu quả kinh tế do các thế hệ máy này mang lại, trên cơ sở so sánh với máy thường như sau:

$$Q = [(C1 + EK1) - (C2 + EK2)] . N \qquad (đ/năm).$$

Trong đó:

Q - hiệu quả kinh tế.

C1- giá thành công nghệ gia công chi tiết với máy thường.

C2- giá thành công nghệ gia công chi tiết với máy NC, CNC.

E- đại lượng nghịch đảo của thời hạn hoàn vốn đầu tư mua sắm máy NC, CNC (ví dụ: với thời hạn hoàn vốn đầu tư theo dự kiến là 5 năm thì E = 1/5 = 0,2).

K1- chi phí đầu tư cho máy thường, (đ/chi tiết).

K2- chi phí đầu tư cho máy NC, CNC , (đ/chi tiết).

N- sản lượng của chi tiết cần gia công, (chiếc/năm).

Chi phí về công nghệ để gia công chi tiết cơ khí C, (đ/chi tiết).

$$C = L + M + Đ + S + A + P$$

Trong đó:

L- lương cho thợ tham gia vào việc gia công chi tiết cơ khí.

M- chi phí lập chương trình gia công NC.

Đ- chi phí về điện năng tiêu thụ để gia công chi tiết cơ khí.

S- chi phí bảo dưỡng, sửa chữa thiết bị gia công chi tiết cơ khí.

A- giá trị khấu hao của thiết bị.

P- chi phí về nhà xưởng sản xuất.

Lợi ích dùng máy NC, CNC có thể tóm tắt như sau:

+ Nâng cao độ chính xác gia công vì hệ NC, CNC có sai lệch nhỏ hơn 0,001mm, nhờ đó loại trừ và hạn chế công việc thủ công (cạo sửa nguội) sau khi gia công trên máy NC, CNC.

+ Không cần đồ gá chuyên dùng để gá đặt phôi.

+ Tập trung nguyên công cao (gia công nhiều bề mặt khác nhau trên chi tiết chỉ trong một lần gá phôi trên máy NC, CNC), nhờ

đó mà rút ngắn thời gian sản xuất và giảm được chi phí vận chuyển trong sản xuất.

+ Giảm thời gian đào tạo thợ đứng máy công cụ: ở máy thường, quá trình đào tạo một thợ lành nghề thường phải có thời gian là 3 ÷ 5 năm, còn ở máy NC, CNC chỉ cần đào tạo thợ với thời gian 3 ÷ 6 tháng (thường là ở dạng tham gia khoá tập huấn lập trình và vận hành máy NC, CNC tại hãng chế tạo máy trong phạm vi hợp đồng mua sắm máy NC, CNC).

3. Người máy công nghiệp.

Người máy (rôbôt) được coi là những máy móc có khả năng tư duy và hoạt động như con người, trước hết là chúng thay thế con người làm những công việc nặng nhọc trong môi trường độc hại.

Người máy là sản phẩm cao cấp của nền kỹ thuật thế giới trong thế kỷ hai mươi trên cơ sở kết hợp những thành tựu về kỹ thuật điều khiển số (NC), kỹ thuật điều khiển vô cấp, tý thuật điện toán, kỹ thuật vi điện tử, đặc biệt là kỹ thuật vi xử lý và hệ điều khiển - lập trình linh hoạt.

Người máy công nghiệp viết tắt là IR, được đưa ra thị trường đầu tiên vào năm 1961. Đó là rôbôt UNIMAT USA. Cho đến nay, trên thế giới đã có khoảng 200 công ty chế tạo với khoảng 300 mẫu IR khác nhau. Tính đến năm 1990 trên thế giới đã có khoảng chừng 300.000 IR đã được sử dụng, mà nhiều nhất là ở Nhật, Hoa Kỳ và Đức. Giá bán của một IR hiện nay là 50.000 ÷ 250.000 USD.

Người máy công nghiệp và *công nghệ cao cấp* là những khái niệm của nền sản xuất hiện đại. Hiệu quả kinh tế do việc sử dụng người máy công nghiệp mang lại đã được khẳng định ở các nước công nghiệp phát triển, mà tại đó giá trị sức lao động khá cao, ví dụ: năm 1990 chi phí sản xuất tính cho một giờ lao động khi dùng thợ là 20 USD và nếu dùng IR là 6 USD.

a) Phân loại người máy công nghiệp (IR).

Người máy công nghiệp là một thiết bị tự động — linh hoạt, thay thế từng phần hoặc toàn bộ hoạt động cơ bắp và hoạt động trí tuệ của con người với nhiều khả năng thích nghi khác nhau.

Người máy công nghiệp , xét về mặt kỹ thuật cơ khí và kỹ thuật điều khiển điện tử, là một sự tổ hợp khả năng hoạt động linh hoạtcủa các cơ cấu điều khiển từ xa với hệ thống điều khiển theo chương trình số có khả năng lập trình linh hoạt PLC và hoạt động hỗ trợ hữu hiệu của các đầu đo phản hồi có sử dụng các phần tử nhạy.

Người máy và người máy công nghiệp có kết cấu ngày càng hoàn thiện, tinh xảo và khéo léo nhờ thành tựu mới về trí tuệ nhân tạo, hệ chuyên gia v...v.

Người máy công nghiệp có khả năng chương trình hóa linh hoạt trên nhiều trục chuyển động, biểu thị cho số bậc tự do của chúng.

Người máy công nghiệp được trang bị những bàn tay máy hoặc cơ cấu chấp hành để thực hiện những công việc nhất định trong các quá trình công nghệ (gia công, lắp ráp, cung ứng phôi liệu, cung ứng dụng cụ,v...v.) với các thao tác phù hợp như cầm nắm, vận chuyển và trao đổi phôi hoặc dụng cụ với các thiết bị (trạm công nghệ) trong dây chuyền công nghệ gia công hoặc lắp ráp linh hoạt và tự động.

Người máy công nghiệp phải được liên kết chặt chẽ với các trang thiết bị, dụng cụ công nghệ tự động khác trong cùng mmột hệ thống tự động - tích hợp hóa. Nghĩa là khi xác lập phương án sử dụng người máy công nghiệp không được coi nó là một đơn vị cấu trúc biệt lập, mà phải coi nó là một phần tử trong cấu trúc tổng thể của một hệ thống tự động - linh hoạt, nó cho phép toàn hệ thống thích ứng nhanh và đơn giản khi đối tượng gia công và lắp ráp thay đổi.

Kết cấu của người máy công nghiệp phải đảm bảo có thủ pháp cầm nắm, chuyển giao, chuyển đổi khéo léo - linh hoạt và tối ưu.

Người máy công nghiệp được phân loại theo những cơ sở kỹ thuật khác nhau. Sau đây là một số cách phân loại người máy công nghiệp .

+ Phân loại người máy công nghiệp theo số bậc tự do trong trường hoạt động.

Xuất phát từ hai hình thức chuyển động cơ bản trong không gian ba chiều X, Y, Z là: chuyển động thẳng theo các trục X, Y, Z được ký hiệu là T (viết tắt theo thuật ngữ translation), chuyển động quay quanh các trục X, Y, Z được ký hiệu là R (viết tắt theo thuật ngữ rotation), mà các người máy công nghiệp sẽ hoạt động, tùy theo tổ hợp các chuyển động T và R cơ bản, trong trường hợp hoạt động tương ứng với các hình khối không gian khác nhau như sau:

TTT- ứng với trường hoạt động là khối lập phương hoặc chữ nhật.

RTT- ứng với trường hoạt động là khối viên trụ.

RRT- ứng với trường hoạt động là khối cầu có hai đáy phẳng.

RRR- ứng với trường hoạt động là khối cầu tròn đều.

Như vậy, số bậc tự do chuyển động ứng với các khớp quay và các đường trượt thẳng. Tổng số các trục chuyển động theo hệ toạ độ đêcac ở đây là sáu.

Dưới đây là một số mô phỏng người máy công nghiệp: hình 7-47 là người máy công nghiệp loại sáu trục, các hình 7-48 ÷ 7-52 mô phỏng người máy công nghiệp với các nguyên lý động học TTT, RRT RTT, RRT RTT

Nói chung, khi người máy công nghiệp càng tinh vi, càng khéo léo thì giá trị đầu tư càng lớn.

+ Phân loại người máy công nghiệp theo phương pháp điều khiển.

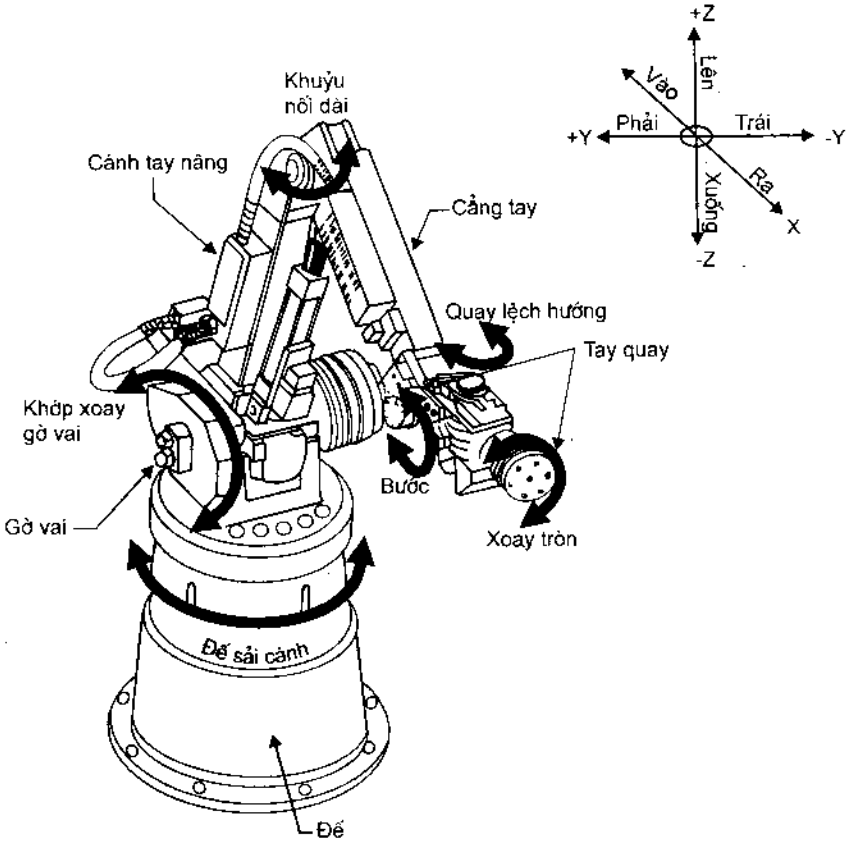
Người máy công nghiệpđược điều khiển theo hai nguyên lý cơ bản :

- Điều khiển điểm.
- Điều khiển quỹ đạo liên tục.

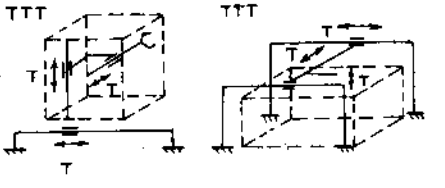
+ Phân loại người máy công nghiệp theo hệ thống năng lượng.

Năng lượng thường dùng cho người máy công nghiệp là điện, thủy lực và khí nén.

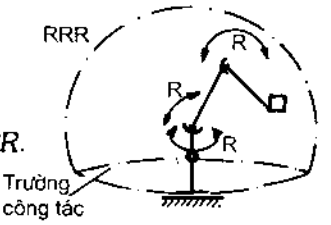
Điện năng dùng cho người máy công nghiệp thông qua các động cơ điện một chiều hệ DC hoặc các động cơ bước. Hệ thống vận hành người máy công nghiệp dùng các dạng năng lượng này có đặc tính là chính xác, tin cậy, tuyến tính, đạt công suất khá, dễ điều khiển, sạch, kết cấu gọn, truyền dẫn đơn giản.



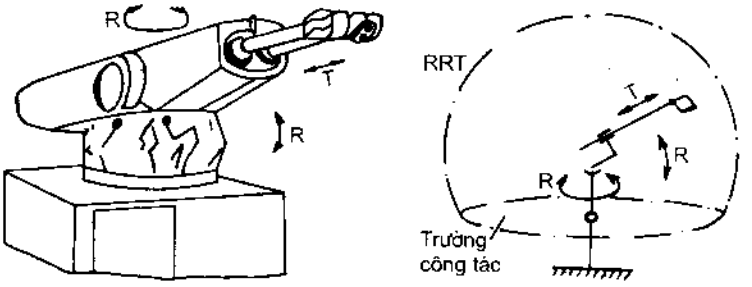
Hình 7-47. *Các trục của một người máy (6 trục), xác định vị trí và định hướng.*



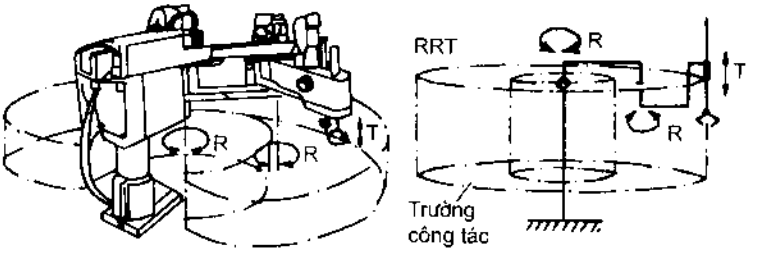
Hình 7-48. *Ba trục tịnh tiến (TTT) của người máy*



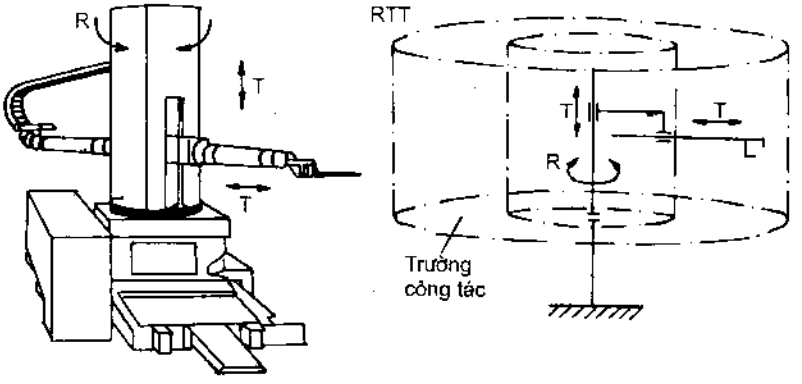
Hình 7-49. *Người máy với động học RRR.*



Hình 7-50. *Người máy với động học RRT.*



Hình 7-51. *Người máy với động học RRT.*



Hình 7-52. *Người máy với động học RTT.*

Năng lượng thủy lực và khí nén có thể tạo ra công suất lớn, tuy vậy, hệ thống vận hành người máy dùng các dạng năng lượng này lại cồng kềnh và có tính chất phi tuyến nên khó xử lý khi điều khiển. Hệ khí nén có kết cấu gọn nhẹ hơn hệ thủy lực, nhưng có công suất vừa và nhỏ, kém chính xác, chỉ phù hợp với các loại người máy nhỏ gọn theo chương trình đã định sẵn, với các thao tác đơn giản như: "nhấc lên - đặt xuống".

+ Phân loại người máy công nghiệp theo hệ thống truyền động.

Hệ thống truyền động của người máy công nghiệp được phân thành hai loại là truyền động trực tiếp và truyền động gián tiếp.

Hệ thống truyền động trực tiếp với các cơ cấu chấp hành được nối ghép trực tiếp với nguồn động lực nên kết cấu rất gọn nhẹ và không có những nhược điểm của hệ thống truyền động gián tiếp. Các động cơ có số vòng quay thích hợp và điều khiển vô cấp trên một giải rộng được sử dụng cho hệ truyền động này. Các động cơ bước cần được nâng cao mức công suất để đáp ứng yêu cầu của các cơ cấu chấp hành.

Hệ thống truyền động gián tiếp có sử dụng các kết cấu cơ khí thông thường như bánh răng, dây đai, xích, vít me - đai ốc bi. Nhược điểm của hệ này là có tính chất phi tuyến, có tính trễ và bị mòn gây ra khe hở là tăng hiệu ứng trễ và tính phi tuyến, có tổn thất về công suất và tốc độ làm việc, làm giảm hiệu suất chung.

+ Phân loại người máy công nghiệp theo độ chính xác.

Trong hoạt động của IR có hai khái niệm được phân biệt, đó là độ chính xác tuyệt đối và độ chính xác lặp lại để đánh giá mức độ tin cậy của người máy trong một chu trình làm việc đơn lẻ và một quá trình làm việc lâu dài. Ngoài ra, độ chính xác phân giải được dùng để đánh giá độ chính xác trên một miền kích thước hay một phạm vi chức năng rộng hơn.

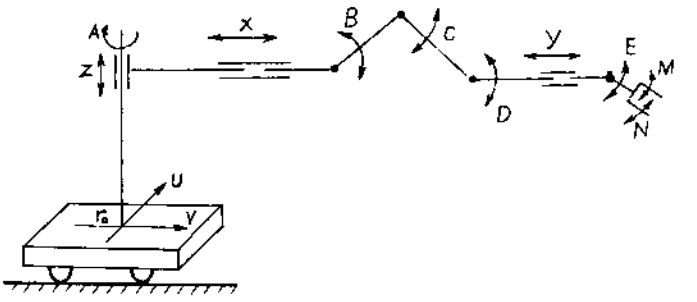
b) Hệ điều khiển của người máy công nghiệp.

Phần lớn các người máy có cấu trúc mô phỏng theo các khớp của hệ tay người, gồm khớp bả vai, khớp cánh tay (khuỷu tay), khớp cổ tay và bàn tay. Phạm vi không gian hoạt động (trường hoạt động) của một người máy cỡ vừa có thể tương đương với không gian của một xưởng sản xuất. Trọng lượng của một vật thể để nâng nhấc, vận chuyển, xoay, lật, v...v, đối với người máy thường là khoảng 100N; cá biệt có người máy có khả năng làm việc với tải trọng tới 3000N. Tốc độ làm việc của người máy thường là cao hơn bằng tay con người.

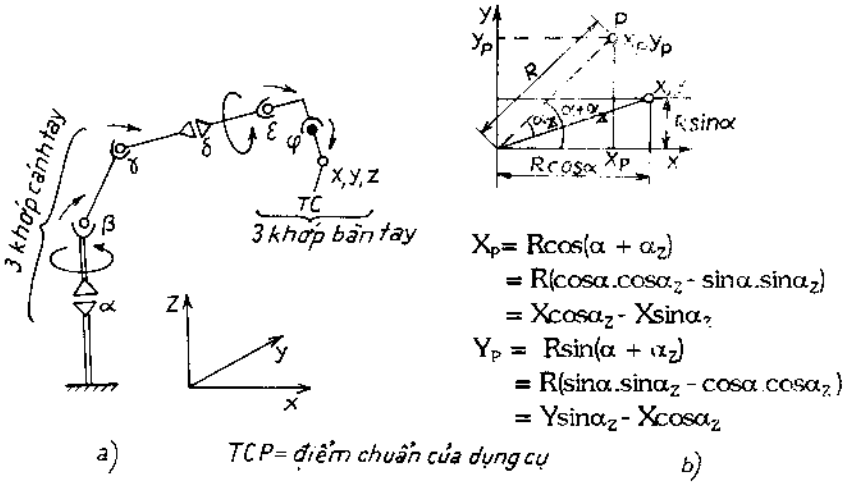
Hệ điều khiển của người máy gồm nhiều bộ vi xử lý với tốc độ rất cao (một phần triệu của một giây), thường là bộ vi xử lý 32 bit, 20Mhz, kèm theo hệ phần mềm để điều khiển. Chức năng của hệ điều khiển người máy là xử lý với bảng điều khiển, quản lý chương trình, lưu trữ chương trình, diễn đạt chương trình, tạo các tín hiệu chuyển động thông qua phép

nội suy và chuyển đổi toạ độ, điều khiển các trục của người máy và truy cập dữ liệu với các thiết bị ngoại vi.

Nguyên lý động học ưu việt nhất của người máy là RRR ứng với một trường hoạt động của người máy là một khối cầu tròn đều như hình 7-53. Trong khi người máy chuyển động, phải liên tục tính toán chuyển đổi các toạ độ đêcac của các điểm trung gian đã được nội suy thành những giá trị góc quay của các khớp theo nguyên lý động học của người máy, đó là phép chuyển đổi toạ độ. Công việc tính toán này rất phức tạp vì gồm nhiều phép tính hình học và lượng giác ràng buộc lẫn nhau, phải thực hiện với tốc độ nhanh và chính xác cao (dung lượng 32bit và trong thời gian ít hơn 60 ms).



Hình 7-53. *Số bậc tự do của rôbôt.*
M, N - Cầm nắm, nhả buông.
XYZ, ABCDE- Các thao tác cần thiết của cánh tay và cổ tay (co duỗi, nâng hạ, quay lắc v...v.).
UV - Toạ độ mở rộng.



$X_p = R\cos(\alpha + \alpha_z)$
$= R(\cos\alpha.\cos\alpha_z - \sin\alpha.\sin\alpha_z)$
$= X\cos\alpha_z - X\sin\alpha_z$
$Y_p = R\sin(\alpha + \alpha_z)$
$= R(\sin\alpha.\sin\alpha_z - \cos\alpha.\cos\alpha_z)$
$= Y\sin\alpha_z - X\cos\alpha_z$

Hình 7-54. *a) Góc quay của khớp IR xác định vị trí X, Y, Z của điểm chuẩn dụng cụ TCP.*
b) Chuyển đổi toạ độ khi quay của khớp IR.

Chỉ có như vậy mới tạo ra chuyển động của người máy chính xác và dứt khoát, nghĩa là không run rẩy và không bị giật cục.
Trong hình 7-54 là quan hệ toán học ứng với một chuyển động quay quanh trục Z do khớp cánh tay thứ nhất thực hiện.

Bằng phép nội suy, tương tự như ở máy công cụ CNC, các điểm trung gian nằm giữa các điểm của quỹ đạo chuyển động đã lập trình của người máy được tính toán, tùy theo dạng nội suy là nội suy đường thẳng hay là nội suy đường tròn, để lập đường biểu thị quỹ đạo dịch chuyển thích hợp giữa điểm đầu và điểm cuối của hành trình chuyển động.

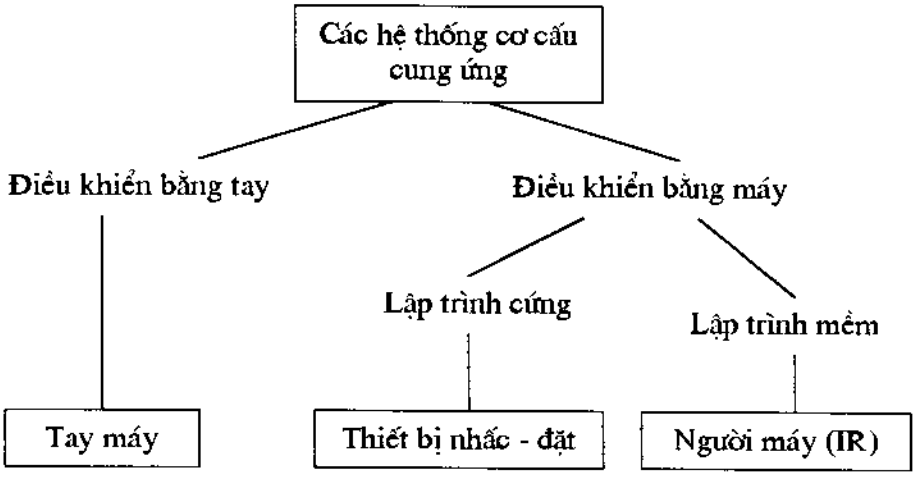
Nếu xét về mặt chức năng thì các người máy thuộc hệ thống cơ cấu cung ứng, còn gọi là cơ cấu chấp hành. Các cơ cấu này có hình dạng bề ngoài tương đối giống nhau, nhưng lại khác nhau về hệ điều khiển, lập trình và sử dụng (hình 7-55).

Người ta phân biệt các cơ cấu chấp hành như sau:

+ Tay máy.
+ Cơ cấu, thiết bị nhấc đặt.
+ Người máy công nghiệp (IR).

Tay máy là cơ cấu chuyển động điều khiển bằng tay; thông qua hệ thống thủy lực mà cánh tay và các ngón tay được xilanh thủy lực cung cấp năng lượng chuyển động. Thông thường, những chuyển động liên tục và đều đặn của tay máy như thao tác đưa và lấy ra các chi tiết rèn giữa lò nung và búa máy, được lập trình sẵn, nghĩa là không cần dùng tay để điều khiển nữa.

Ở loại tay máy điều khiển từ xa thì quá trình hoạt động của chúng được giám sát từ xa qua màn hình. Loại tay máy này thường được sử dụng trong môi trường có phóng xạ, ở dưới nước hoặc trong vũ trụ.



Hình 7-55. *Các hệ thống cơ cấu cung ứng chấp hành.*

Tay máy cực nhỏ có thể hoạt động rất chính xác, được sử dụng để thực hiện công việc trên đối tượng gia công nhỏ bé. Chuyển động của tay máy cực nhỏ được giám sát qua kính hiển vi có độ phóng đại phù hợp.

Cơ cấu chấp hành hoạt động theo chương trình cứng được sử dụng để thực hiện các hành trình chuyển động đều đặn như cấp phôi vào máy ép, lắp ráp sản phẩm hàng loạt. Loại cơ cấu này phần lớn hoạt động nhờ các xilanh khí nén loại dịch chuyển hoặc loại quay hoặc các cữ giới hạn kết hợp với các van để khống chế chuyển động. Hoạt động của cơ cấu này thường điều khiển theo nhịp. Đại diện cho loại cơ cấu điều khiển theo chương trình cứng là cơ cấu nhấc - đặt.

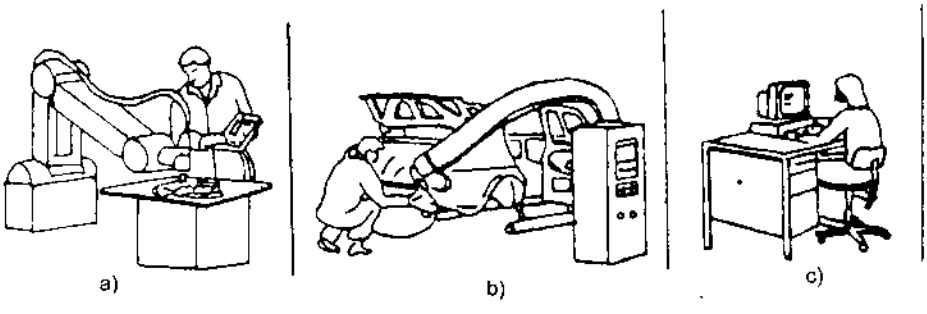
Người máy công nghiệp là các thiết bị tự động có nhiều trục chuyển động, vạn năng. Các chuyển động của người máy công nghiệp được lập trình tùy theo tiến trình và quỹ đạo chuyển động có thể điều khiển được bằng các phần tử nhạy.

c) Lập trình cho người máy công nghiệp.

Bản chất của lập trình cho người máy công nghiệp là lập chương trình CNC để điều khiển người máy công nghiệp hoạt động theo nhiệm vụ của nó. Khi lập chương trình CNC cho người máy phải xác định các điểm định vị và định hướng dụng cụ (như định hướng mỏ hàn cắt khi hàn theo quỹ đạo cong phức tạp), mà hầu như không thể xác định ngay được từ bản vẽ chi tiết.

Các phương pháp lập trình CNC cho người máy, hình 7-56, được áp dụng là:

+ Lập trình theo cách dạy.
+ Lập trình theo cách để cho người máy bắt chước làm theo.
+ Lập trình bên ngoài - cách biệt.



Hình 7-56. *Các phương pháp lập trình NC cho người máy công nghiệp (IR).*
a) Lập trình theo cách dạy; b) Lập trình theo cách bắt chước;
c) Lập trình cách biệt.

* Lập trình theo cách dạy.

Theo cách này, người máy được người lập trình dạy chuyển động tới các vị trí làm việc, hệ điều khiển CNC sẽ ghi nhận toàn bộ các chuyển động để sau đó chỉ đạo người máy hoạt động. Người vận hành dùng bảng điều khiển để dạy người máy chuyển động.

* Lập trình theo cách "bắt chước".

Đối với cơ cấu chấp hành đơn giản , như người máy dùng cho công việc sơn vỏ xe hơi, chuyển động cần thiết được xác định trực tiếp bằng tay như sau: người vận hành dùng tay mình cầm tay người máy và tập cho nó chuyển động theo quỹ đạo và hướng đã xác định; hệ điều khiển CNC sẽ nhớ trong phạm vi 20 ms các giá trị định vị của các trục điều khiển. Khi tự hoạt động , người máy sẽ lập lại chương trình mà hệ điều khiển CNC của nó đã nhớ được.

* Lập trình bên ngoài - cách biệt.

Theo cách này người ta lập trình CNC cho người máy ở văn phòng theo các từ lệnh của một ngôn ngữ lập trình riêng, trên cơ sở các chỉ dẫn chuyển động và chỉ dẫn điều khiển. Trong các văn phòng lập trình đủ tiện nghi, các chuyển động của người máy được mô phỏng trên màn hình của máy vi tính và thể hiện bằng đồ họa.

Khi lập chương trình CNC cho người máy phải tuân thủ các chỉ dẫn lập trình ứng với các chức năng khác nhau: chuyển động, thực hiện chương trình, truy nhập dữ liệu, tính toán, nối ghép, xác nhận các chức năng tiếp nhận dữ liệu để thích nghi với quá trình gia công.

Với các chỉ dẫn chuyển động, tiến hành lập trình dạng chuyển động giữa hai điểm lập trình trên cơ sở quỹ đạo, tốc độ chuyển động, tăng tốc, giảm tốc, hiệu chỉnh điểm chuẩn, hiệu chỉnh chiều dài và bán kính dụng cụ.

Với các chỉ dẫn thực hiện chương trình, quá trình hoạt động của người máy được điều khiển theo dữ liệu môi trường hoạt động, ví dụ: các chỉ dẫn bước nhảy có điều kiện sẽ tạo ra bước nhảy trong chương trình tùy thuộc các tín hiệu đầu vào. Bên cạnh đó còn có các chỉ dẫn chờ đợi và ấn định về thời gian chờ, các chỉ dẫn dừng lại đối với quá trình chuyển động cho tới khi có lệnh khởi động trở lại và các chỉ dẫn ngắt đứt đoạn chương trình đang thực hiện.

Các chỉ dẫn nhập và xuất tạo điều kiện xuất tín hiệu khi đã thực hiện các đoạn chương trình xác định, ví dụ: khởi động cho động cơ băng tải để cung cấp phôi (chi tiết) hoặc yêu cầu về tín hiệu đầu vào, ví dụ: của một phần tử nhạy nhị phân báo cho biết là một phôi (chi tiết) có tồn tại hay không tại một vị trí nhất định.

Các chỉ dẫn đặc biệt về xuất là những chỉ dẫn để vận hành cơ cấu cầm nắm và bộ ghi nhận. Với bộ ghi nhận, các người máy có thể lưu tâm đến các quá trình có liên quan khi thực hiện chuyển động tiếp theo. Ngoài tín hiệu nhị phân, ở hệ điều khiển hiện đại có thể ghi nhận tín hiệu số. Với tín hiệu số có thể chuyển dịch điểm chuẩn hoặc xoay chuyển hệ toạ độ theo giá trị số. Các tín hiệu số có thể được xuất ra, ví dụ: để nghiêng bàn gá phôi với một góc nhất định. Tín hiệu tương tự cũng được sử dụng, ví dụ: để điều khiển tự động khi hàn, điều chỉnh mỏ hàn.

Các chỉ dẫn tính toán và nối ghép là để liên kết các tín hiệu nhập và xuất. Ngoài ra có thể xây dựng, ví dụ: các chương trình để diễn tả các mẫu chuyển động với các chỉ dẫn số học.

Khi các phôi (chi tiết) được xếp có thứ tự trên một phiến gá chuẩn, thì vị trí của các phôi (chi tiết) khác được tính theo vị trí của phôi thứ nhất, bằng phép cộng liên tiếp kích thước dài, rộng và cao của phôi.

Các chỉ dẫn lôgic là để liên kết các đầu vào và các đầu ra nhị phân, ví dụ: liên kết " VÀ" cho việc xuất một tín hiệu đầu ra nếu có vài tín hiệu đầu vào phải thoả mãn điều kiện này.

Với các chỉ dẫn đặc biệt có thể để người máy điều hoà theo tốc độ chuyển động của một băng chuyền, ví dụ: lắp ráp bánh xe hơi trên băng chuyền chuyển động liên tục.

Các chỉ dẫn về phần tử nhạy tạo khả năng tự thích nghi chuyển động trên cơ sở các tín hiệu ghi nhận được, ví dụ: tự động né tránh khi sát gần một phôi hoặc chi tiết.

Các chỉ dẫn về hệ thống tạo khả năng xoá, sửa đổi và sao chép các chương trình hoặc nhận chương trình từ máy tính cấp trên.

Lập trình cho người máy khác với lập trình CNC thông thường ở chỗ là lập trình cho người máy không có cốt mã lệnh và cấu trúc lệnh tiêu chuẩn, vì ở khâu lập trình cho người máy chủ yếu theo môđun dạy, nghĩa là điều khiển thông qua các phím chức năng, không bắt buộc phải có cốt mã thống nhất. Như vậy, chương trình người máy trong thực tế công nghiệp được thể hiện rất khác nhau tùy theo hệ điều khiển khác nhau do các hãng chế tạo sử dụng.

Trong thực tế ngôn ngữ lập trình người máy được chia làm hai loại chính như sau:

+ Ngôn ngữ lập trình chuyên dùng cho kiểu, loại người máy nhất định.

+ Ngôn ngữ lập trình vạn năng dùng cho nhiều kiểu, loại người máy.

Sau đây là bảng tổng quát về các ngôn ngữ lập trình người máy:

Loại ngôn ngữ lập trình IR	Tên ngôn ngữ lập trình IR	Kiểu loại IR	Ngôn ngữ trợ giúp	Kiểu loại máy tính	Hãng sản xuất, cơ sở nghiên cứu
Ngôn ngữ lập trình chuyên dùng.	VAL2	PUMA	assembler	LSI 11/02	UNIMATION Inc. Danbury/CT, USA
	SIGLA	SIGMA	assembler	(CNC)	Olivertti, Irrea, ITALIEN
	AML	IBM RSI		IBM	IBM, T.J.Waltson,Resarch Center,Yorktown Hgts/NyUSA
	HELP	PRAGMA	assembler	PDP 11/23	Digital Electronic Autom, (DEA), Torino, Italien
Ngôn ngữ lập trình vạn năng	AL		SAIL assembler +PASCAL	PDP 11/45 PDP 11	Standford University USA and University Karisruhe, Germany
	LM		FORTRAN	LSI 11	IMAG-A.I-Group, Grenoble, France.
	autopass		PL/1	IBM 370	IBM, T.J.Waltson,Resarch Center,Yorktown Hgts/Ny USA
	MCL		FORTRAN	CDC	Mc.Donnel Douglas Corp. Sant Louis, USA.
	RAPT		FORTRAN	PDP 10	University of Edinburg Dept. of Artificial Intelligence Edinburgh, United Kingdom
	ROBEX		FORTRANP PASCAL	PRIME 2250	WZM-Laboratory TH âchen Germanny

PHỤ LỤC CHƯƠNG 7.

Thông số kỹ thuật của một số loại rôbôt công nghiệp.

Kiểu	Mức tải lực, kG	Tầm xa với tối đa, mm	Chiều cao nâng tối đa, mm	Tốc độ trục 1 (0/S)	Tốc độ trục 2 (0/S)	Tốc độ trục 3 (0/S)	Tốc độ trục 4 (0/S)	Độ chính xác vị trí, mm	Độ chính xác lặp lại, mm
1	5	550	150	370	395	480	0,574	± 0,05	± 0,025
2	8	600	150	228	285	540	0,480	-	0,025
3	9	800	295	540	540	360	0,500	0,076	0,025
4	2	430	120	400	800	1500	0,500	-	± 0,020

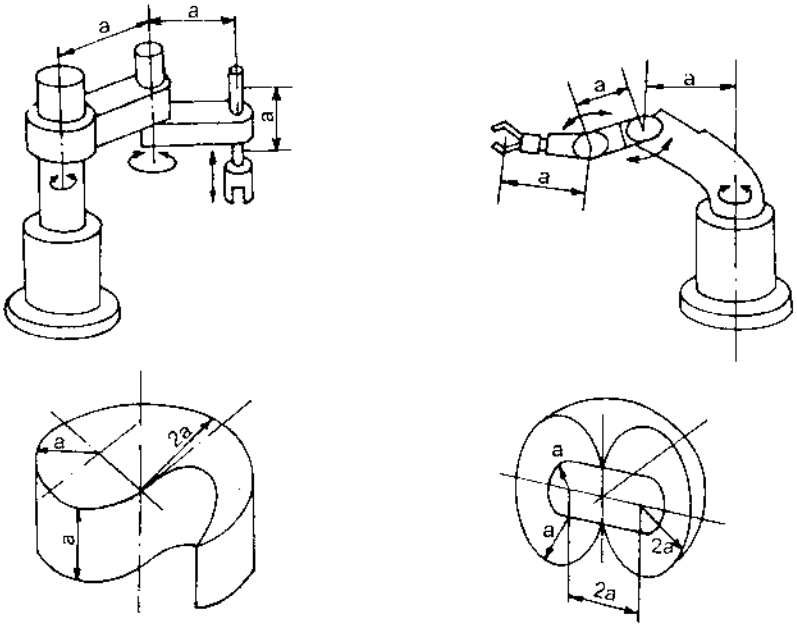
Kiểu	Mức tải lực, kG	Tầm xa với tối đa, mm	Tốc độ quay của trục, (0/S)						Độ chính xác lặp lại, mm
			Trục 1	Trục 2	Trục 3	Trục 4	.Trục 5	Trục 6	
5	3	2500	86	86	1m/s	400	360	450	± 0,1
6	8	2645	100	81	125	284	176	295	± 0,30
7	12	2300	132	120	144	240	300	300	0,15
8	5	1248	190	110	210	310	310	310	± 0,10
9	10	1250	88	71	95	150	150	186	± 0,20

Kiểu	Mức tải lực, kG	Quãng đường dịch chuyển tối đa, mm			Tốc độ dịch chuyển tối đa, m/s			Độ chính xác vị trí, mm	Độ chính xác lặp lại, mm
		X	Y	Z	X	Y	Z		
10	10	600	400	240	1	1	0,8	0,03	-
11	20	1500	1000	800	3,5	3,5	2,5	± 0,01	± 0,01
12	25	10500	2500	950	1	1	0,7	± 0,3	-
13	25	15000	1000	2000	1,5	1,5	1,5	-	± 0,1
14	114	1524	1524	1524	1	1	1	1,2	1,2
15	3	600	400	150	0,8	0,8	0,3	± 0,1	± 0,05

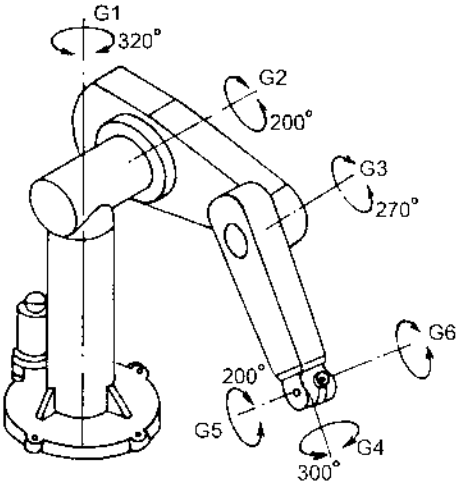
Ghi chú:

Các loại rôbôt: SCARA, IR có cánh tay thẳng, IR có cánh tay gập,v...v.

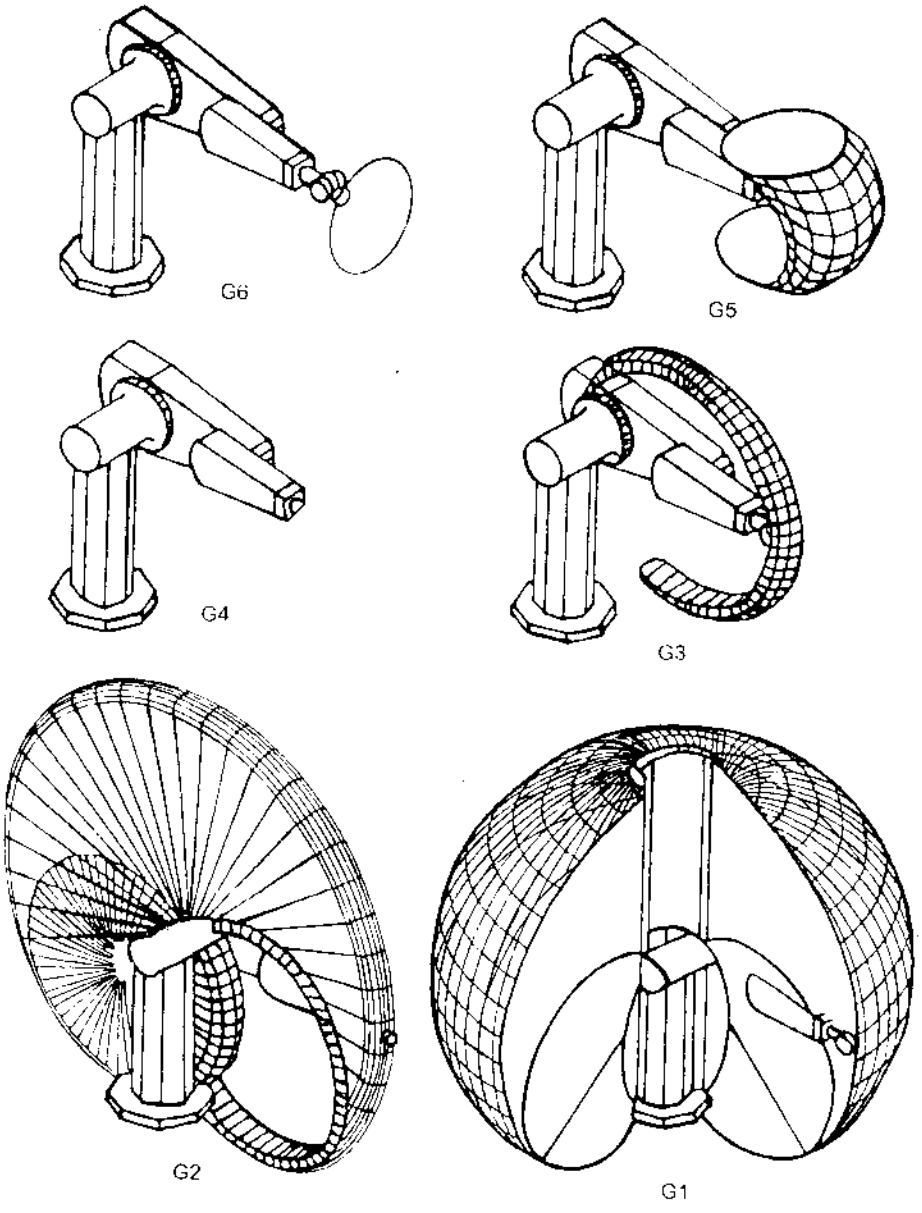
Kiểu 1- IBM 7575; Kiểu 2- EPSON SSR — H603N — MZ;
Kiểu- 3 Adept One; Kiểu 4- Siemens manutech 2;
Kiểu 5- ABBIRB 1000; Kiểu 6- KUKA IR 163/8;
Kiểu 7- COMAU, SMART — 36.10R; Kiểu 8- Cloos, ROMAT5b;
Kiểu 9- Staubli, PUMA 761; Kiểu 10- Bosch KRP 250 — 4;
Kiểu 11- Mannesmann Rexroth LA85; Kiểu 12- DEA GANTRY G20;
Kiểu 13- Reis RL 10; Kiểu 14- Prab Robots FA;
Kiểu 15- Hitachi A × 3030M.



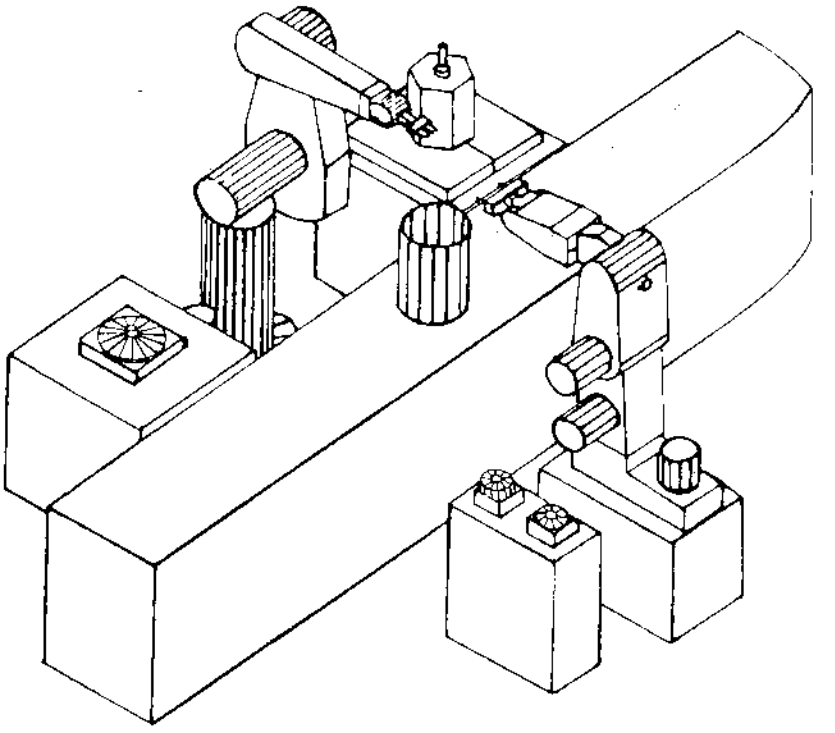
Hình 7.57. *Tay máy SCARA. a) Ngang; b) Đứng*



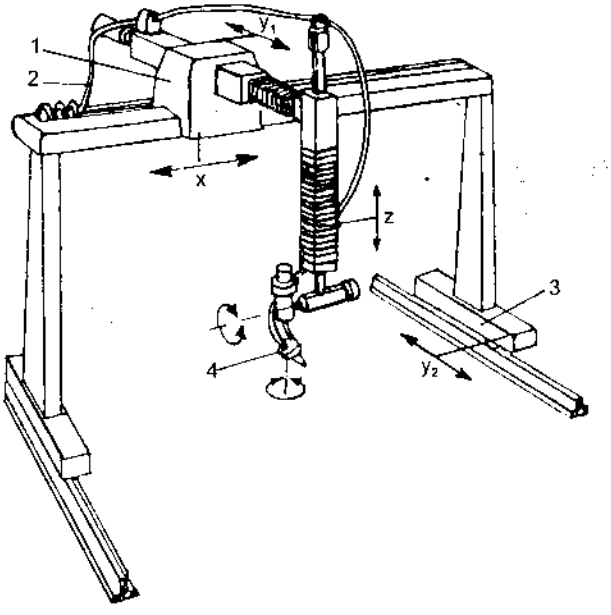
Hình 7.58. *Tay máy PUMA 600 đứng.*
G1 ÷ G6: các khớp nối.



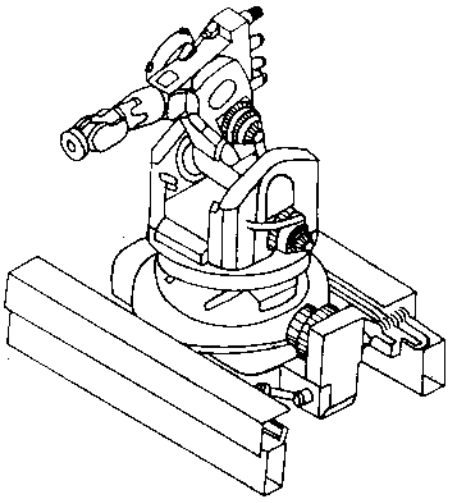
Hình 7-59. *Trường hoạt động của tay máy PUMA 600 đứng ứng với các khớp G1 ÷ G6.*



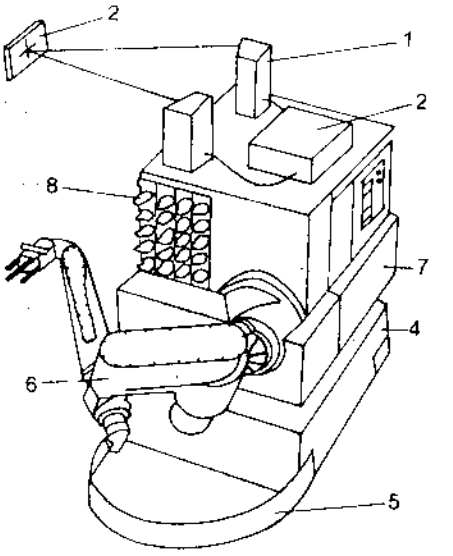
Hình 7-60. *Tế bào lắp ráp dùng rôbôt và hệ mô phỏng GRASP.*



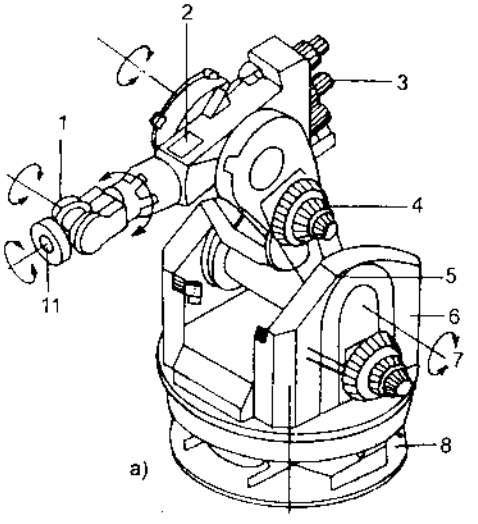
Hình 7-61. *Rôbôt hàn chạy trên đường ray, dùng để hàn chi tiết lớn.*
1 - hộc trượt; 2 - đường cấp chất phụ gia; 3 - khung trượt; 4 - mỏ hàn.



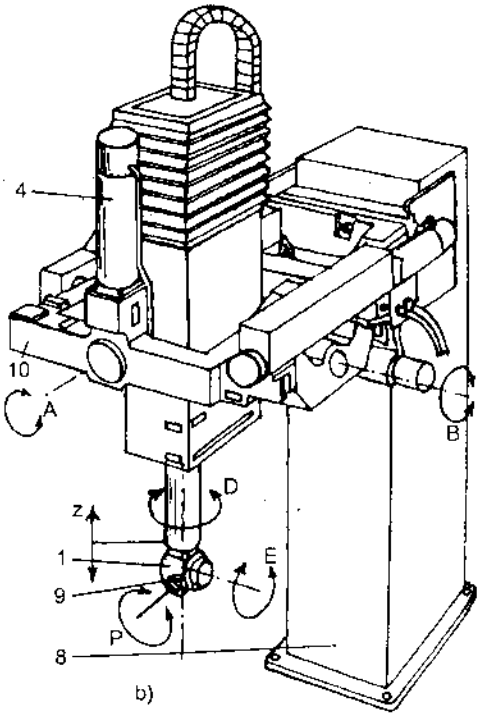
Hình 7-62. *Rôbốt KUKA*



Hình 7-63. *Rôbôt di động*
1- máy quét laser.2- vạch chuẩn.
3- bộ khuếch đại. 4- thân. 5- đế.
6-tay máy 6 trục điều khiển.
7- hệ năng lượng và điều khiển.
8- ổ tích dụng cụ.



Hình 7-6 4 *Rôbôt công nghiệp*
a) KUKA (hệ rôbôt IR 160/60U.
b) ASEA (Rôbôt lắp ráp IRB 1000).
1- khớp bàn tay;
2- khớp dưới cánh tay trái.
3- động cơ khởi động khớp bàn tay.
4- động cơ phát động.
5- cánh tay trên. 6- Thân quay.
7- động cơ phát động khớp vai.
8 Đế.
9- bích nối tay tóm. 10- Khung treo.



CHƯƠNG 8.

ĐỒ GÁ TRÊN MÁY CÔNG CỤ.

1.Công dụng của trang bị công nghệ cơ khí - phân loại.

Trong quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí người ta phải sử dụng nhiều loại công cụ lao động với kết cấu và tính năng kỹ thuật ngày càng hoàn thiện hơn nhằm nâng cao chất lượng, tăng năng suất và hạ giá thành chế tạo sản phẩm. Các loại công cụ lao động thường được sử dụng trong quá trình chế tạo sản phẩm cơ khí bao gồm các loại máy, các loại dụng cụ và các loại trang bị công nghệ (gồm các loại đồ gá và dụng cụ phụ).

Đối với khâu gia công chi tiết cơ khí thì trang bị công nghệ là toàn bộ các phụ tùng kèm theo máy công cụ nhằm mở rộng khả năng công nghệ của máy, tạo điều kiện cho máy thực hiện quá trình gia công chi tiết cơ khí với hiệu quả kinh tế kỹ thuật cao.

Tuỳ theo kết cấu và công dụng của trang bị công nghệ mà có thể phân chia chúng thành hai loại: trang bị công nghệ vạn năng và trang bị công nghệ chuyên dùng.

Đặc điểm của trang bị công nghệ vạn năng là không phụ thuộc đối tượng gia công nhất định và được sử dụng chủ yếu ở dạng sản xuất đơn chiếc - loạt nhỏ. Ngược lại, kết cấu và tính năng của trang bị công nghệ chuyên dùng phụ thuộc vào một hoặc một nhóm đối tượng gia công nhất định. Loại trang bị công nghệ này được sử dụng chủ yếu ở dạng sản xuất hàng loạt và hàng khối, cá biệt còn ở dạng sản xuất nhỏ - đơn chiếc do yêu cầu phải đạt độ chính xác cao hoặc không dùng chúng thì không thể gia công được chi tiết cơ khí.

Đối với các loại máy công cụ được dùng trong quá trình gia công cắt gọt kim loại, người ta thường dùng hai loại trang bị công nghệ là đồ gá gia công (trang bị công nghệ để gá đặt phôi gia công trên máy công cụ) và dụng cụ phụ (trang bị công nghệ để gá đặt dụng cụ gia công trên máy công cụ). Đối với quá trình kiểm tra chất lượng thường phải dùng đồ gá kiểm tra (đồ gá đo), còn đối với quá trình lắp ráp sản phẩm lại thường dùng đồ gá lắp ráp.

Nói chung, đồ gá là trang bị công nghệ cần thiết trong quá trình gia công, kiểm tra và lắp ráp sản phẩm cơ khí. Trong các loại đồ gá được sử dụng thì đồ gá gia công chiếm tới 80 - 90%.

Đồ gá góp phần đảm bảo tính chất lắp lẫn của sản phẩm, nâng cao trình độ cơ khí hoá và tự động hoá của quá trình sản xuất cơ khí.

Đồ gá gia công là trang bị công nghệ nhằm xác định vị trí chính xác giữa phôi gia công với dụng cụ gia công, đồng thời giữ vị trí đó ổn định trong khi gia công.

Đồ gá gia công tạo điều kiện mở rộng khả năng làm việc của máy công cụ; giảm thời gian phụ vì gá đặt phôi nhanh gọn; giảm thời gian máy vì có thể gá đặt nhiều phôi để gia công đồng thời; góp phần hạ giá thành

sản phẩm: giảm chi phí về lương cho thợ vì không cần bậc thợ cao; đảm bảo tính chủ động của nguyên công đối với chất lượng gia công (không phụ thuộc vào trình độ và kinh nghiệm chuyên môn của thợ); đồng thời giảm nhẹ sức lao động khi gá đặt phôi gia công (đảm bảo thao tác an toàn và có năng suất cao).

Đồ gá gia công được phân thành đồ gá vạn năng và đồ gá chuyên dùng.

Đồ gá vạn năng thường là trang bị công nghệ đi kèm theo máy công cụ như mâm cặp, êtô, mũi tâm.

Đồ gá chuyên dùng là loại trang bị công nghệ có kết cấu ứng với một loại chi tiết gia công nhất định và chỉ dùng cho loại chi tiết đó.

Ngoài ra cần phân biệt hai khái niệm đồ gá vạn năng điều chỉnh và đồ gá vạn năng lắp ghép.

Đồ gá vạn năng điều chỉnh (GVĐ) là trang bị công nghệ có kết cấu ứng với một nhóm chi tiết gia công nhất định, còn gọi là đồ gá gia công nhóm.

Đồ gá vạn năng lắp ghép (GVL) là trang bị công nghệ có kết cấu lắp ghép từ các cụm , bộ phận, chi tiết (linh kiện) trang bị công nghệ tiêu chuẩn để gia công một loại chi tiết cụ thể, cùng một lúc, các linh kiện trang bị công nghệ tiêu chuẩn và phong phú và có thể được tổ hợp thành một số đồ gá khác nhau và sử dụng song song với nhau.

Dụng cụ phụ là một loại trang bị công nghệ để gá đặt dụng cụ gia công trên máy công cụ. Tuỳ theo yêu cầu sử dụng mà kết cấu của các loại dụng cụ phụ sẽ có tính chất vạn năng hoặc chuyên dùng.

Để đảm bảo chức năng làm việc và hiệu quả sử dụng của đồ gá về các mặt kỹ thuật và kinh tế; trước hết cần phải lựa chọn và xác định hợp lý những đồ gá vạn năng sẵn có; còn đối với đồ gá chuyên dùng lại phải thiết kế và tính toán kết cấu đồ gá đúng nguyên lý, thoả mãn các nhu cầu do nguyên công đặt ra về chất lượng, năng suất và hiệu quả kinh tế của quá trình gá đặt đối tượng sản xuất trên thiết bị sản xuất, sau đó phải giám sát và điều hành chặt chẽ quá trình chế tạo và thử nghiệm đồ gá chuyên dùng.

Hiện nay, công việc thiết kế và chế tạo toàn bộ trang thiết bị công nghệ cho một sản phẩm cơ khí có thể chiếm tới 80% khối lượng lao động của quá trình chuẩn bị sản xuất cho sản phẩm đó, nếu xét trong trình độ sản xuất còn khá phổ biến là sử dụng công cụ sản xuất thông thường (không điều khiển NC hoặc CNC). Giải pháp công nghệ tiên tiến CAD/CAM/CNC tuy đòi hỏi phải có vốn đầu tư lớn, nhưng lại đang được coi là giải pháp hữu hiệu ở các nước có nền cơ khí hiện đại. Với giải pháp này, nhờ có hệ điều khiển NC, CNC linh hoạt và tự động hoá mà thời thời gian và chi phí chuẩn bị sản xuất cho sản phẩm cơ khí giảm nhiều, tạo điều kiện sáng tạo sản phẩm nhanh và đáp ứng thị trường.

2. Cơ sở thiết kế đồ gá chuyên dùng.

a) Quá trình gá đặt phôi trên máy công cụ.

Chi tiết gia công có nhiều bề mặt, trong quá trình gia công mỗi bề mặt có chức năng khác nhau, trong đó bề mặt dùng để xác định chính xác vị trí của phôi so với máy và dao gọi là mặt chuẩn, bề mặt kẹp chặt phôi nhằm giữ đúng vị trí đã xác định của nó so với máy và dao gọi là bề mặt kẹp chặt v...v.

Quá trình gá đặt phôi gồm hai giai đoạn: định vị phôi và kẹp chặt phôi.

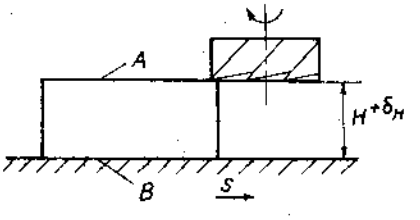
Định vị phôi là xác định vị trí chính xác của phôi so với máy và dụng cụ cắt. Ví dụ, khi phay mặt A (hình 8-1), phôi được định vị bằng mặt B để đảm bảo kích thước gia công $H^{+\delta_H}$; dụng cụ cắt được điều chỉnh theo kích thước gia công mà gốc kích thước này là bàn máy, trùng với mặt B của phôi.

Kẹp chặt phôi là cố định vị trí của phôi không cho nó rời khỏi vị trí đã định trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt.

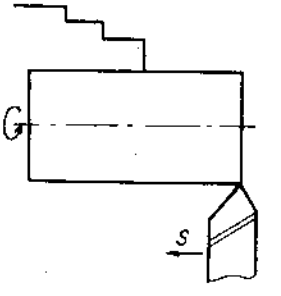
Khi gá đặt trên mâm cặp ba chấu tự định tâm của máy tiện (hình 8-2) cũng gồm hai giai đoạn:

+ Sau khi đưa phôi lên mâm cặp, quay tay vặn để các chấu kẹp đi vào. Khi ba chấu kẹp vừa tiếp xúc với mặt chuẩn, chúng sẽ đưa tâm chi tiết trùng với tâm trục chính máy, đó là giai đoạn định vị phôi.

+ Khi tiếp tục quay tay vặn để các chấu kẹp ấn vào chi tiết tạo nên lực kẹp sao cho phôi không thể dịch chuyển được trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của lực cắt, đó là giai đoạn kẹp chặt.



Hình 8-1. *Định vị phôi để phay.*



Hình 8-2. *Gá trên mâm cặp ba chấu.*

Gá đặt hợp lý là một yêu cầu quan trọng của việc thiết kế quy trình công nghệ gia công. Khi đã khống chế được các nguyên nhân khác sinh ra sai số gia công trong một mức độ nhất định nào đó thì độ chính xác gia công đạt được chủ yếu là do quá trình gá đặt quyết định. Chọn được phương pháp gá đặt hợp lý sẽ giảm được thời gian phụ, đảm bảo độ cứng vững của hệ thống công nghệ, nâng cao chế độ cắt và giảm được thời gian gia công cơ bản.

Có hai phương pháp gá đặt: rà gá và tự động đạt kích thước.

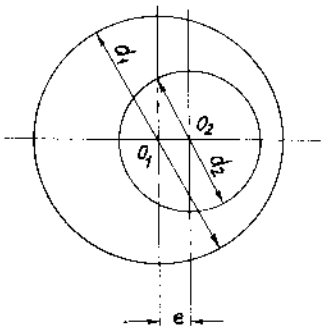
+ Phương pháp rà gá

Phương pháp này có thể thực hiện bằng hai cách là rà trực tiếp theo máy và rà theo dấu đã vạch sẵn. Dù bằng cách nào thì công nhân cũng phải dùng mắt thường với những dụng cụ như mũi rà, bàn rà, đồng hồ so, v...v rà theo mặt chuẩn hoặc dấu đã vạch sẵn để xác định vị trí của phôi so với máy hoặc dao. Trên một số máy có độ chính xác cao (máy doa toạ độ), công nhân có thể quan sát qua ống kính quang học. Ví dụ, khi gia công lỗ d_2 của bạc lệch tâm (hình 8-3) trên mâm cặp bốn chấu, phải tiến hành rà để tâm lỗ O_2 trùng với tâm trục chính máy.

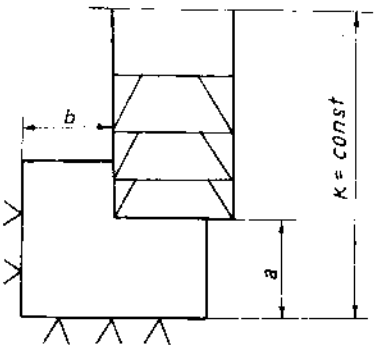
Phương pháp rà gá tốn kém thời gian, năng suất thấp, độ chính xác đạt được không cao và dùng trong sản xuất đơn chiếc, loạt nhỏ hoặc dùng trong các trường hợp mặt phôi quá thô không thể sử dụng đồ gá.

+ Phương pháp tự động đạt kích thước

Theo phương pháp này dụng cụ cắt có vị trí tương quan cố định so với vật gia công (tức là vị trí đã điều chỉnh sẵn). Vị trí này được đảm bảo cố định nhờ cơ cấu định vị của đồ gá. Kích thước cần đạt của phôi được đảm bảo nhờ điều chỉnh trước vị trí của máy, dao so với mặt gia công. Ví dụ: khi phay hai mặt vuông góc với nhau bằng dao phay ba mặt răng trên máy phay ngang (hình 8-4).



Hình 8-3. *Rà gá khi gia công lỗ bạc lệch tâm.*



Hình 8-4. *Gá trên đồ gá phay bằng dao phay đĩa.*

Dao đã được điều chỉnh sẵn so với các bề mặt của đồ gá tiếp xúc với mặt chuẩn của chi tiết để đảm bảo các kích thước a và b.

Ưu điểm của phương pháp này là:

+ Đảm bảo độ chính xác gia công, giảm phế phẩm và hầu như không phụ thuộc vào trình độ tay nghề của công nhân đứng máy.

+ Năng suất cao.

+ Hiệu quả kinh tế cao khi sản lượng đủ lớn.

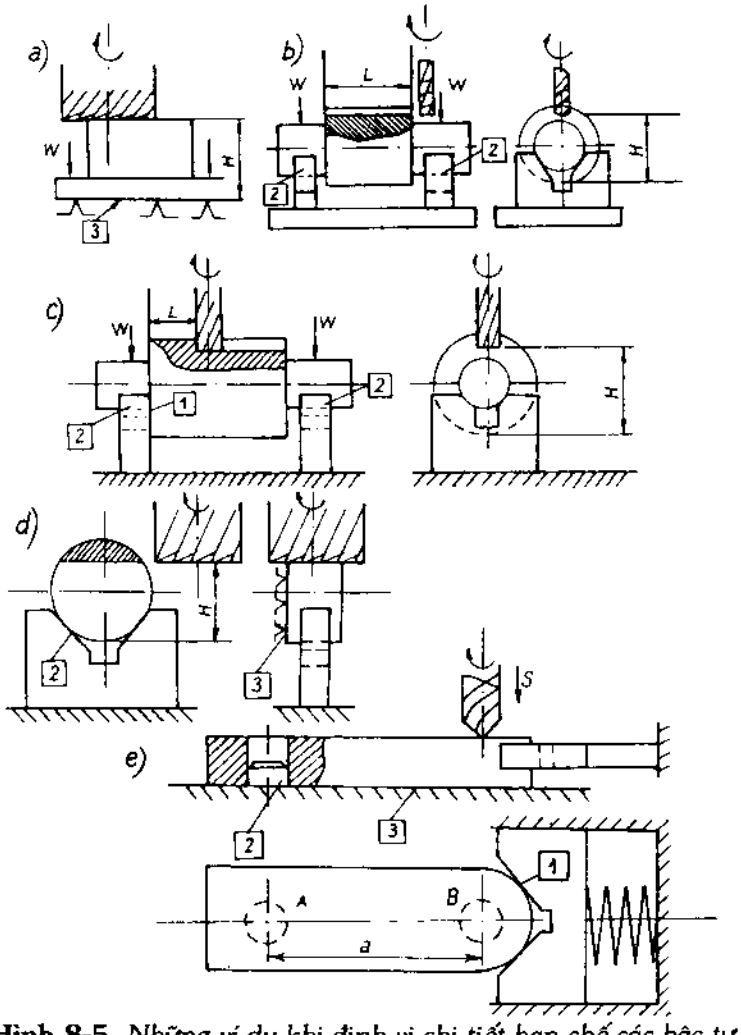
Một vật rắn trong không gian ba chiều có sáu bậc tự do chuyển động. Sáu bậc tự do đó gồm: ba bậc tự do chuyển động tịnh tiến theo ba

phương của hệ trục toạ độ vuông góc là Ox, Oy, Oz và ba bậc tự do quay xung quanh các trục đó là Ox, Oy, Oz.

Bậc tự do theo một phương nào đó của một vật rắn là khả năng di chuyển của vật rắn theo phương đó mà không bị bất kỳ một cản trở nào. Tuy nhiên trong phạm vi công nghệ chế tạo máy, khái niệm này cần được bổ sung yêu cầu về giới hạn kích thước khi di chuyển.

Để gia công một mặt nào đó trên chi iết, vị trí tương đối của nó so với máy hoặc dao phải xác định hoàn toàn, nghĩa là phải xác định cả sáu bậc tự do.

Tuy nhiên khi định vị chi tiết gia công không phải bao giờ cũng cần hạn chế cả sáu bậc tự do. Về nguyên tắc chỉ cần hạn chế những bậc tự do nào có ảnh hưởng đến yêu cầu kỹ thuật gia công (hình 8-5).



Hình 8-5. *Những ví dụ khi định vị chi tiết hạn chế các bậc tự do khác nhau.*
a) Hạn chế 3 bậc tự do; b) Hạn chế 4 bậc tự do;
c và d) Hạn chế 5 bậc tự do; e) Hạn chế cả 6 bậc tự do.

b) Các thành phần chính của đồ gá gia công cắt gọt.

Tuỳ theo tính chất của nguyên công, đồ gá gia công cắt gọt cần thiết kế có kết cấu cụ thể bao gồm nhiều bộ phận khác nhau.

Nói chung kết cấu cụ thể của một đồ gá gia công cắt gọt bao gồm các bộ phận sau:

+ Cơ cấu định vị phôi.
+ Cơ cấu kẹp chặt phôi.
+ Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt hoặc cơ cấu so dao.
+ Cơ cấu phân độ đồ gá.
+ Cơ cấu xác định đồ gá lên máy công cụ.
+ Cơ cấu kẹp chặt đồ gá lên máy công cụ.
+ Thân đồ gá, đế đồ gá.

c) Trình tự thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt.

Thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt là một phần quan trọng của việc chuẩn bị sản xuất.

Khi thiết kế đồ gá chuyên dùng người ta phải cụ thể hoá việc gá đặt chi tiết gia công cho từng nguyên công, tính toán thiết kế và chọn kết cấu thích hợp cho các bộ phận của đồ gá, xây dựng bản vẽ kết cấu, xác định sai số, quy định các điều kiện kỹ thuật chế tạo, lắp ráp và nghiệm thu đồ gá.

Tuỳ theo tính chất của nguyên công mà đồ gá gia công cắt gọt sẽ có kết cấu bao gồm nhiều bộ phận khác nhau. Nhìn chung khi thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt cần phải thoả mãn các yêu cầu sau đây:

+ Đảm bảo cho phương án kết cấu đồ gá hợp lý về mặt kỹ thuật và kinh tế, sử dụng các kết cấu tiêu chuẩn; đảm bảo điều kiện sử dụng tối ưu nhằm đạt được chất lượng nguyên công một cách kinh tế nhất trên cơ sở kết cấu và tính năng của máy công cụ sẽ lắp đồ gá.
+ Đảm bảo yêu cầu về an toàn kỹ thuật, đặc biệt là điều kiện thao tác và thoát phoi khi sử dụng đồ gá.
+ Tận dụng các loại kết cấu đã được tiêu chuẩn hoá.
+ Đảm bảo lắp ráp và điều chỉnh đồ gá trên máy thuận tiện.
+ Đảm bảo kết cấu phù hợp với khả năng chế tạo và lắp ráp thực tế của cơ sở sản xuất.

* Các bước thiết kế đồ gá.

Quá trình thiết kế đồ gá gia công cắt gọt bao gồm các bước cơ bản sau đây:

+ Phân tích sơ đồ gá đặt phôi và yêu cầu kỹ thuật của nguyên công:

Kiểm tra các bề mặt chuẩn định vị về độ chính xác và độ nhám bề mặt; xác định kích thước, hình dáng, số lượng và vị trí của cơ cấu định vị phôi trên đồ gá.

Sơ đồ gá đặt phôi ứng với từng nguyên công cắt gọt được xây dựng khi thiết kế quy trình công nghệ gia công chi tiết máy, trên đó xác định rõ số bậc tự do chuyển động cần phải hạn chế, các bề mặt dùng làm chuẩn định vị, các chuyển động cắt cần thiết, hướng tác dụng của lực kẹp, các kích thước, độ nhám bề mặt gia công cần đảm bảo (hình 8-6).

Tuỳ theo hình dáng mặt chuẩn định vị (mặt phẳng, mặt trụ trong, mặt trụ ngoài, lỗ tâm hoặc kết hợp giữa nhiều mặt khác nhau,v...v.) mà người ta xác định đồ định vị phù hợp về hình dáng, kích thước theo tiêu chuẩn.

+ Xác định lực cắt, mômen cắt.

Xác định lực cắt và mômen cắt là xác định phương, chiều và điểm đặt của lực cắt, mômen cắt; xác định giá trị cần thiết của lực kẹp chặt phôi trên đồ gá và bố trí điểm đặt của lực kẹp chặt phôi theo tính chất kẹp, hình dáng, kích thước và đảm bảo năng suất kẹp cần thiết.

- Tính lực kẹp.

Trị số cần thiết của lực kẹp phôi trên đồ gá phải đảm bảo sao cho phôi cân bằng, ổn định, không bị xê dịch trong suốt quá trình gia công dưới tác dụng của ngoại lực, trong đó chủ yếu là lực cắt, mômen cắt, trọng lượng bản thân phôi và các lực loại hai sinh ra trong quá trình gia công. Nghĩa là có thể xác định được lực kẹp gần đúng bằng cách giải bài toán cân bằng tĩnh tuỳ theo sơ đồ gá đặt cụ thể với quan hệ:

$$\sum M = 0 \quad \rightarrow \quad W_M = \Phi(k.\ M_c,\ f,\ ...)$$

$$\sum P = 0 \quad \rightarrow \quad W_P = \Phi(k.\ P_c,\ f,\ ...)$$

Trong đó:

W- lực kẹp chặt phôi cần thiết.

f- hệ số ma sát giữa mặt chuẩn định vị và mặt làm việc của đồ định vị.

K- hệ số xét đến yêu cầu đảm bảo an toàn khi gia công.

M_c- mômen cắt.

P_c- lực cắt.

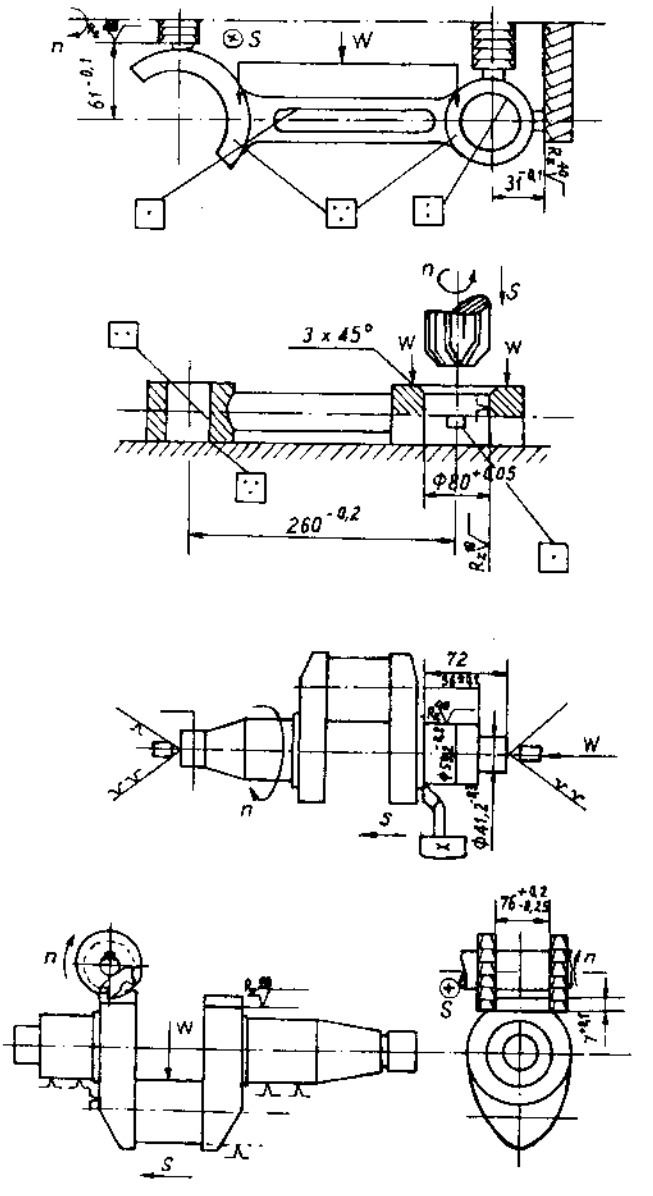
Giá trị lực cắt P_c và mômen cắt M_c được xác định theo các công thức cụ thể tuỳ theo phương pháp gia công đã được trình bày trong các giáo trình nguyên lý cắt kim loại.

Lực kẹp phải có giá trị vừa đủ, có phương, chiều và điểm đặt hợp lý. Lực kẹp không được quá lớn làm cho cơ cấu kẹp cồng kềnh và có thể gây biến dạng cho chi tiết.

Phương, chiều của lực kẹp chặt phôi phụ thuộc vị trí mặt chuẩn định vị chính, phụ thuộc chiều của lực cắt và chiều của trọng lượng bản thân phôi . Phương của lực kẹp chặt phôi nên vuông góc với mặt chuẩn định vị chính để có diện tích tiếp xúc lớn nhất, giảm áp lực và giảm biến dạng của phôi khi kẹp chặt. Chiều của lực kẹp chặt phôi nên hướng từ ngoài vào mặt chuẩn định vị, cùng chiều với lực cắt và trọng lượng phôi để có lợi về lực và

cơ cấu kẹp có kết cấu nhỏ gọn; cũng có thể chọn phương, chiều của lực kẹp vuông góc với lực cắt và trọng lượng phôi,

Điểm đặt của lực kẹp chặt phôi phải ở vào vị trí sao cho độ cứng vững của phôi và đồ gá lớn nhất để phôi ít bị biến dạng khi kẹp chặt cũng như khi gia công. Điểm đặt của lực kẹp phải nằm trong đa giác chân đế được tạo nên do các điểm tiếp xúc của mặt chuẩn định vị chính với mặt làm việc của các đồ định vị và nên gần mặt gia công để không gây ra mômen làm lật phôi.



Hình 8-6. *Một số sơ đồ gá đặt chi tiết gia công.*

- Chọn cơ cấu kẹp chặt phôi.

Cơ cấu kẹp chặt phôi được chọn phải thoả mãn các yêu cầu cơ bản đã nêu ở phần trên nghĩa là khi kẹp chặt phải giữ đúng vị trí của phôi, tạo ra đủ lực kẹp, không làm biến dạng phôi, kết cấu đơn giản, nhỏ gọn, không gây ra biến dạng, có tính tự hãm tốt, phù hợp với phương pháp gia công, thao tác nhẹ nhàng thuận lợi, an toàn, đơn giản, dễ bảo quản.

- Chọn cơ cấu sinh lực.

Để giảm bớt nặng nhọc cho công nhân trực tiếp sản xuất, trong đồ gá có thể dùng nhiều loại cơ cấu sinh lực khác nhau để tác dụng vào cơ cấu kẹp như cơ cấu sinh lực bằng dầu ép, khí nén,v...v. Mỗi loại cơ cấu sinh lực có những yêu cầu riêng khi sử dụng, đòi hỏi các trang bị phụ kèm theo làm cho kết cấu chung của đồ gá thêm phức tạp, song ngoài việc giảm nhẹ sức lao động khi thao tác, nó còn tạo ra được lực kẹp lớn và ổn định, tạo điều kiện giảm thời gian gá đặt, nâng cao năng suất gia công. Chọn cơ cấu sinh lực phải căn cứ vào quy mô sản xuất, năng lực sản xuất và các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cần đạt.

+ Xác định kết cấu của các bộ phận khác trên đồ gá (như cơ cấu dẫn hướng so dao, thân đồ gá, cơ cấu phân độ, v...v.).

- Chọn cơ cấu dẫn hướng và kiểm tra vị trí dụng cụ cắt.

Đây là một bộ phận quan trọng. Nó có chức năng xác định trực tiếp vị trí của dụng cụ cắt và tăng độ cứng vững của nó trong quá trình gia công, đảm bảo hướng tiến dao, giảm sai số gia công, thường dùng trong các nguyên công khoan, khoét, doa, chuốt lỗ,v...v. Cơ cấu kiểm tra vị trí dụng cụ cắt chỉ nhằm xác định (điều chỉnh) vị trí của dụng cụ cắt trước khi gia công và thường được dùng ở các loại đồ gá tiện, phay, bào, xọc, chuốt mặt ngoài, v...v.

Bạc dẫn hướng khoan.

Khi gia công lỗ trên máy khoan, máy doa thường dùng đồ gá có cơ cấu dẫn hướng gồm bạc dẫn lắp trên phiến dẫn và phiến dẫn lắp trên thân đồ gá. Tuỳ theo yêu cầu gia công cụ thể mà có thể dùng các loại bạc dẫn tiêu chuẩn như: bạc dẫn cố định khi lỗ chỉ qua một bước công nghệ; bạc dẫn thay thế được dùng với phiến dẫn cố định khi thực hiện nguyên công có nhiều bước công nghệ, sau mỗi bước phải thay bạc dẫn hướng và dụng cụ cắt; bạc dẫn thay nhanh giống như bạc dẫn thay thế nhưng kết cấu cho phép rút bạc khỏi phiến dẫn nhanh khi thay thế để giảm bớt thời gian nguyên công.

Khi gia công trên máy doa, thường dùng bạc quay để tránh kẹt phoi khi cắt làm lỏ bạc dẫn mòn nhanh.

Phiến dẫn khoan.

Phiến dẫn khoan có thể là phiến dẫn cố định, phiến dẫn tháo rời, phiến dẫn bản lề, phiến dẫn treo, phiến dẫn trụ trượt thanh răng, v...v. Phiến dẫn được chọn tuỳ thuộc vào tính chất nguyên công, yêu cầu về độ chính xác và năng suất gia công.

Cơ cấu chép hình.

Cơ cấu chép hình được sử dụng để gia công bề mặt phức tạp trên máy phay, bào, tiện, mài, v...v. Trên máy phay, máy tiện, cơ cấu chép hình dựa theo cam mẫu, dưỡng. Nói chung cơ cấu chép hình có nhiệm vụ xác định vị trí chính xác giữa dụng cụ cắt và phôi, đồng thời xác định cả hướng chuyển động của dụng cụ cắt nhằm đảm bảo hình dáng bề mặt theo yêu cầu gia công, giảm thời gian để tăng năng suất gia công. Tuỳ thuộc vào điều kiện gia công và kết cấu của máy công cụ mà có thể lựa chọn để sử dụng các loại cơ cấu chép hình khác nhau như cơ cấu chép hình cơ khí, cơ cấu chép hình thủy lực, cơ cấu điện cơ hoặc phối hợp khí nén và thủy lực.

- Chọn cơ cấu phân độ.

Tuỳ theo yêu cầu gia công, hình thức chuyển động khi phân độ mà chọn cơ cấu phân độ loại nào, phân độ tịnh tiến hay phân độ quay, có trục quay thẳng đứng hay nằm ngang, quay liên tục hay gián đoạn. Cơ cấu phân độ liên tục dùng để gia công các mặt định hình trên máy công cụ vạn năng, nhằm cung cấp cho quá trình gia công một trong số các chuyển động tạo hình, thường dùng để phay rãnh nghiêng, rãnh xoắn trên máy phay đứng.

Cơ cấu phân độ quay gián đoạn dùng để gia công tuần tự bề mặt giống nhau và có vị trí cách nhau đều đặn trên một chi tiết hoặc trên nhiều chi tiết có kết cấu giống nhau và có bề mặt gia công như nhau.

- Chọn cơ cấu định vị đồ gá trên máy.

Đồ định vị đồ gá trên máy phải chọn sao cho định vị được chính xác vị trí của đồ gá trên máy. Cơ cấu định vị phụ thuộc vào yêu cầu gia công, tính chất và kết cấu máy công cụ sử dụng.

- Chọn thân đồ gá.

Thân đồ gá phải chọn sao cho đảm bảo đủ chỗ để lắp các bộ phận khác của đồ gá lên nó, đảm bảo độ cứng vững cần thiết. Thân đồ gá thường được chế tạo bằng gang, bằng thép tấm có kết cấu hàn hoặc bằng một số hợp kim mầu nhẹ. Thân đồ gá phải được chế tạo đạt độ chính xác cần thiết và có giá thành hợp lý.

+ Xác định sai số chế tạo đồ gá cho phép theo yêu cầu nguyên công.

Xác định sai số chế tạo đồ gá cho phép theo yêu cầu nguyên công là quy định điều kiện kỹ thuật chế tạo và lắp ráp đồ gá. Nghĩa là phải xác định các đại lượng sau:

- Xác định sai số gá đặt cho phép.

$$\varepsilon_{g.đ} \le \left[\varepsilon_{g.đ}\right] = \left(\frac{1}{5} \div \frac{1}{2}\right)\delta$$

$$\varepsilon_{g.đ} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{đg}^2} = \sqrt{\varepsilon_c^2 + \varepsilon_k^2 + \varepsilon_{ct}^2 + \varepsilon_m^2 + \varepsilon_{ld}^2}$$

Trong đó: δ- dung sai cho phép của yêu cầu cần đảm bảo.

Để đạt được yêu cầu gia công thì tổng các sai số xuất hiện trong quá trình gia công phải nhỏ hơn dung sai cho phép, nghĩa là:

$$\delta \geqslant \sqrt{\Delta_{đh}^2 + \Delta_{đc}^2 + 3\Delta_m^2 + 3\Delta_n^2 + \varepsilon_{gđ}^2} + \sum \Delta_{h.đ}$$

- Xác định sai số chế tạo đồ gá.

Từ các điều kiện trên ta có:

$$\varepsilon_{c.t} \leqslant \sqrt{[\varepsilon_{gđ}]^2 - \varepsilon_c^2 - \varepsilon_k^2 - \varepsilon_m^2 - \varepsilon_{lđ}^2}$$

+ Năng suất gá đặt và thao tác đồ gá.

Nâng cao năng suất gá đặt và hợp lý hóa thao tác đồ gá gia công cắt gọt là một trong những biện pháp chủ yếu nhằm rút ngắn thời gian phụ của nguyên công.

Năng suất gá đặt phôi trên đồ gá phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Trình độ cơ khí hóa và tự động hóa quá trình gá đặt phôi.
- Số lượng phôi trong một lần gá.
- Mức độ hợp lý hóa các thao tác và cơ cấu gá đặt phôi..

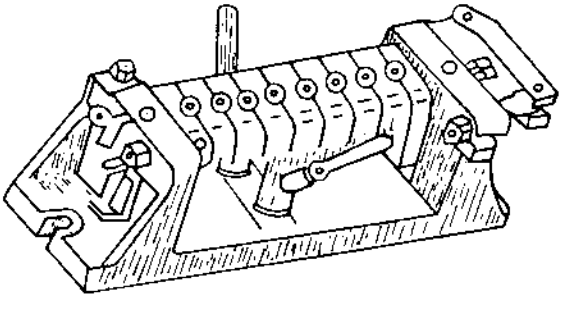
Các yếu tố trên có liên quan chặt chẽ với dạng sản xuất và đường lối công nghệ. Khi quy mô sản xuất càng lớn, càng phải xét toàn diện và chính xác hơn ảnh hưởng của quá trình gá đặt phôI trên đồ gá cụ thể đối với năng suất gá đặt và năng suất gia công.

Để nâng cao năng suất gá đặt phôi, thường dùng các cơ cấu sau:

- Cơ cấu kẹp nhiều phôi.

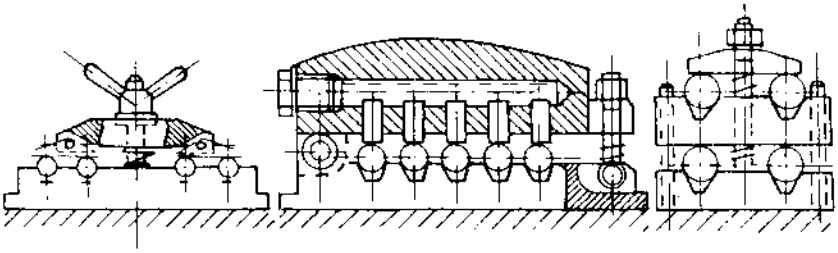
Khi gia công các chi tiết nhỏ, có mặt gia công đơn giản, có thể dùng cơ cấu gá đặt nhiều phôi, gia công nhiều chi tiết đồng thời. Kết cấu kẹp chặt này được phân chia theo nhiều chiều của lực kẹp như sau:

Kẹp chặt liên tục: cách này có lực bằng nhau, truyền từ phôi này sang phôi khác theo cùng một chiều (hình 8-7).



Hình 8-7. *Cơ cấu kẹp có lực kẹp liên tục.*

Kẹp song song: lực kẹp phân bố đều trên nhiều phôi theo cùng một hướng song song nhau, lực kẹp ở mỗi phôi nhỏ hơn lực kẹp ban đầu (hình 8-8).



Hình 8-8. *Cơ cấu kẹp có lực kẹp song song.*

Kẹp song song ngược chiều: lực kẹp phân bố song song nhưng ngược chiều tác dụng lên hai phôi hoặc hai nhóm phôi (hình 8-9).

Kẹp nhiều phôi bằng cách tổ hợp cả lực kẹp song song, ngược chiều (hình 8-10).

- Cơ cấu kẹp nhanh:

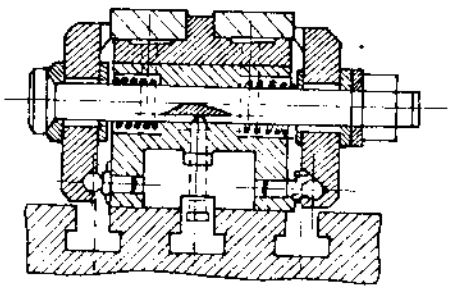
Cơ cấu kẹp nhanh bằng tay (hình 8-11).

Cơ cấu kẹp nhanh bằng dầu ép.

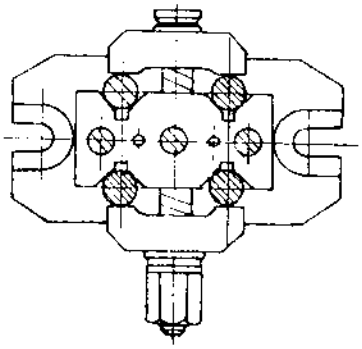
Cơ cấu kẹp nhanh bằng khí nén.

Cơ cấu kẹp nhanh bằng điện từ.

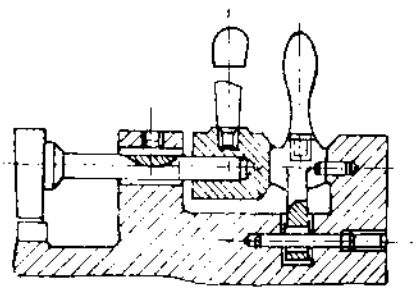
Cơ cấu kẹp nhanh bằng chân không (hình 8-12).



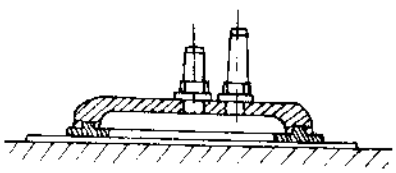
Hình 8-9. *Cơ cấu kẹp có lực kẹp song song ngược chiều.*



Hình 8-10. *Cơ cấu kẹp có lực kẹp tổ hợp.*



Hình 8-11. *Cơ cấu kẹp nhanh bằng tay*



Hình 8-12. *Cơ cấu kẹp nhanh bằng chân không*

- Cơ cấu kẹp chặt tự động.

Loại cơ cấu này đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực tự động hóa quá trình công nghệ gia công cắt gọt. Ở đây điều khiển quá trình kẹp chặt thường bằng cam. Cơ cấu sinh lực kẹp trong trường hợp này có thể bằng lò xo, ren ốc, hệ thống đòn kẹp, hệ thống khí nén, hệ thống thủy lực v...v. Việc sử dụng phương án nào là tùy thuộc vào yêu cầu sản xuất, đặc biệt là phụ thuộc vào sản lượng, năng suất, cơ sở kỹ thuật, lực lượng sản xuất, v...v.

Khi sử dụng đồ gá phục vụ cho một nguyên công cần thiết phải thực hiện các thao tác sau đây:

Đặt phôi và lấy phôi ra khỏi đồ gá.

Đóng và mở đồ gá.

Lau chùi đồ gá, quét phoi ra khỏi đồ gá.

Thao tác việc phân độ.

Thao tác cơ cấu tỳ phụ để tăng độ cứng vững gá đặt.

Những thao tác trên được lặp đi lặp lại nhiều lần mỗi khi hoàn thành nguyên công đó trên một phôi. Thời gian để thực hiện các thao tác trên chính là thành phần của thời gian phụ của nguyên công.

Khi thiết kế đồ gá, người thiết kế phải chú ý tạo điều kiện cho công nhân thao tác đồ gá được an toàn, thuận tiện ít tốn sức, nhanh, gọn, góp phần nâng cao năng suất lao động. Muốn đạt được các yêu cầu trên, khi thiết kế phải bố trí các vị trí của các cơ cấu trong đồ gá một cách hợp lý để các động tác làm việc của công nhân hợp lý, không thừa, không quá căng thẳng, tốn sức.

- Xây dựng bản vẽ lắp chung đồ gá.

Xây dựng bản vẽ lắp chung đồ gá với đầy đủ các hình chiếu, mặt cắt, kích thước, chế độ lắp ghép và điều kiện kỹ thuật cần thiết.

Kết cấu tổng thể của đồ gá gia công cắt gọt được thể hiện trên bản vẽ chung. Bản vẽ chung đồ gá được xây dựng theo nguyên tắc vẽ từ trong ra ngoài, vẽ ở trạng thái đang gia công. Chi tiết gia công cần được vẽ phân biệt rõ ràng với kết cấu của đồ gá và được coi là trong suốt (vẽ bằng mầu đỏ hoặc bằng nét chấm gạch).

Trình tự xây dựng bản vẽ lắp chung đồ gá có thể như sau:

Vẽ các hình chiếu của chi tiết gia công.

Vẽ cơ cấu định vị chi tiết gia công.

Vẽ cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công.

Vẽ các cơ cấu dẫn hướng, điều chỉnh dụng cụ, cơ cấu phân độv..v.

Vẽ thân đồ gá đảm bảo đủ độ cứng vững và có tính công nghệ cao.

Ghi các kích thước cơ bản của đồ gá (các kích thước lắp ghép, các kích thước tổng thể như chiều dài, chiều rộng, chiều cao).

Đánh số các chi tiết của đồ gá.

Xác định điều kiện kỹ thuật của đồ gá theo yêu cầu của nguyên công và khả năng chế tạo đồ gá thực tế.

Tùy theo kích thước thực của đồ gá mà bản vẽ lắp chung của đồ gá có thể được xây dựng theo tỷ lệ thích hợp như 1:1; 2:1; 4:1; 1:2. v...v.

* Yêu cầu cụ thể đối với các loại đồ gá gia công cắt gọt.

Kết cấu cụ thể của các loại đồ gá gia công cắt gọt phụ thuộc vào yêu cầu của nguyên công mà chúng phục vụ. Khi thiết kế đồ gá cần dựa vào tính chất của nguyên công để xác định kết cấu đồ gá thích hợp, đạt các chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cần thiết.

+ Đồ gá tiện (hình 8-13).

Đồ gá tiện thường được bắt chặt với trục chính của máy tiện ngang và có chuyển động quay trong quá trình gia công chi tiết, đây là quá trình cắt gọt chính. Vì vậy cần quan tâm đến yêu cầu bảo vệ máy an toàn khi có lực ly tâm xuất hiện. Cần thiết phải cân bằng đồ gá khi nó quay theo trục chính của máy tiện. Kết cấu nối đồ gá với trục chính của máy tiện phải đảm bảo đủ cứng vững và đảm bảo an toàn khi thao tác, không có cạnh sắc.

Trong thực tế sản xuất đồ gá tiện có thể có các dạng như sau:

- Đồ gá gia công chi tiết lắp với trục chính của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng trục chính của máy tiện, dụng cụ cắt có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao, ví dụ như mâm cặp, mũi tâm là các loại đồ gá tiện vạn năng trang bị theo máy tiện.
- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên sống trượt của băng máy tiện: chi tiết gia công có chuyển động tịnh tiến cùng bàn dao, còn dụng cụ cắt lắp trên trục chính và có chuyển động quay tròn cùng trục chính của máy tiện.
- Đồ gá gia công chi tiết được gá trên hai mũi tâm của máy tiện, chi tiết gia công có chuyển động quay cùng trục chính của máy tiện như các loại trục gá.

Kết cấu cụ thể của các loại đồ gá tiện thường có các bộ phận sau:

- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên trục chính của máy tiện thường bao gồm các bộ phận: cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá, bộ phận định vị và kẹp chặt đồ gá trên trục chính của máy tiện, cơ cấu phân độ.
- Đồ gá gia công chi tiết lắp trên sống trượt của băng máy tiện bao gồm các bộ phận: cơ cấu định vị phôi, cơ cấu kẹp chặt phôi, thân đồ gá, bộ phận định vị và kẹp chặt đồ gá trên băng máy tiện , cơ cấu phân độ.

+ Đồ gá phay(hình 8-14).

Đặc điểm quan trọng của đồ gá phay cần thiết phải lưu tâm khi thiết kế là:

- Lực cắt lớn.

- Quá trình cắt gián đoạn nên có xung lực làm cho hệ thống công nghệ bị rung động ảnh hưởng không tốt đến chất lượng gia công.

Vì vậy kết cấu của đồ gá phay cần thiết phải đảm bảo đủ cứng vững, đặc biệt là thân và đế đồ gá. Cơ cấu kẹp chặt phải tạo ra đủ lực kẹp chặt chi tiết gia công, đủ cứng vững và có tính tự hãm tốt. Kết cấu cụ thể của đồ gá phay thường bao gồm các bộ phận sau:

- Cơ cấu định vị phôi.
- Cơ cấu kẹp chặt phôi.
- Cơ cấu định vị đồ gá trên máy công cụ.
- Cơ cấu so dao bao gồm miếng gá dao và các tấm căn đệm.
- Cơ cấu phân độ.
- Cơ cấu chép hình.

+ Đồ gá khoan (hình 8-15).

Đồ gá khoan được dùng chủ yếu trên máy khoan bàn, khoan đứng hoặc máy khoan cần để xác định vị trí tương đối giữa chi tiết gia công và dụng cụ cắt, đồng thời kẹp chặt chi tiết gia công để tạo các lỗ có yêu cầu chính xác khác nhau (khoan, khoét và doa). Tất cả các phụ tùng để kẹp chặt mũi khoan, mũi khoét, mũi doa được gọi là dụng cụ phụ của máy khoan, ví dụ như đầu kẹp nhanh, măng ranh, đầu kẹp tarô, v...v.

Kết cấu của các đồ gá khoan thường bao gồm các bộ phận sau:

- Cơ cấu định vị chi tiết gia công. Thông thường cơ cấu này phải hạn chế từ năm đến sáu bậc tự do của chi tiết gia công để xác định đúng vị trí của tâm lỗ gia công tùy theo yêu cầu công nghệ.
- Cơ cấu kẹp chặt chi tiết gia công.
- Thân và đế đồ gá.
- Cơ cấu dẫn hướng dụng cụ cắt bao gồm bạc dẫn hướng và phiến dẫn.
- Cơ cấu phân độ.

+ Đồ gá mài (hình 8-16).

Khi mài, giá trị lực mài không lớn nhưng yêu cầu độ chính xác chế tạo cao. Kết cấu cụ thể của đồ gá phụ thuộc vào phương pháp mài.

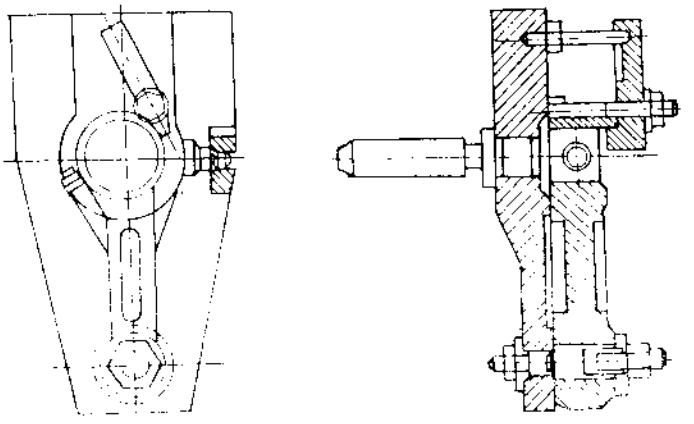
- Mài phẳng: khi mài các chi tiết dạng hộp, chi tiết phẳng có thể gá đặt trực tiếp trên bàn từ của máy mài phẳng. Mài phẳng các chi tiết dạng trục, chi tiết có hình dạng phức tạp khác, chi tiết phải được gá đặt trên đồ gá mài phẳng, đồ gá gia công đó lại gá trực tiếp trên bàn từ của máy mài phẳng.
- Mài tròn trong có thể dùng đồ gá vạn năng như mâm cặp hoặc đồ gá mài chuyên dùng (trên đồ gá mài lỗ bánh răng, chi tiết gia công được định vị vào vòng lăn của bánh răng), có thể có cơ cấu phân độ.
- Mài tròn ngoài có thể dùng mũi tâm để định vị phôi, truyền mômen xoắn cho phôi bằng tốc. Khi mài các bề mặt phức tạp (như mài rãnh xoắn trên chi tiết trục) kết cấu của đồ gá mài tròn ngoài

phải có thêm cơ cấu phân độ tạo chuyển động phối hợp mới gia công được rãnh xoắn trên các máy mài tròn ngoài vạn năng.

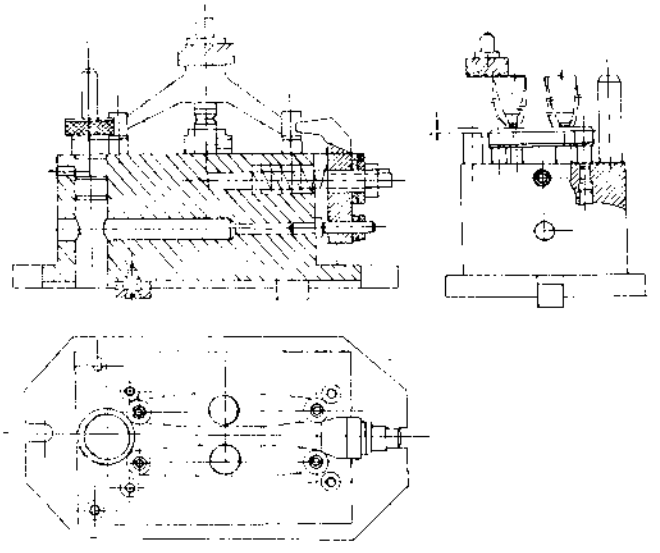
+ Đồ gá chuốt (hình 8-17).

Trong quá trình gia công lực chuốt rất lớn, có thể lợi dụng để kẹp chặt phôi. Chi tiết gia công không cần kẹp chặt mà chỉ cần dựa vào mặt làm việc của đồ định vị trên đồ gá, chi tiết gia công được kẹp chặt bằng lực chuốt. Việc định tâm và dẫn hướng đều do bộ phận định hướng của dao chuốt đảm nhiệm.

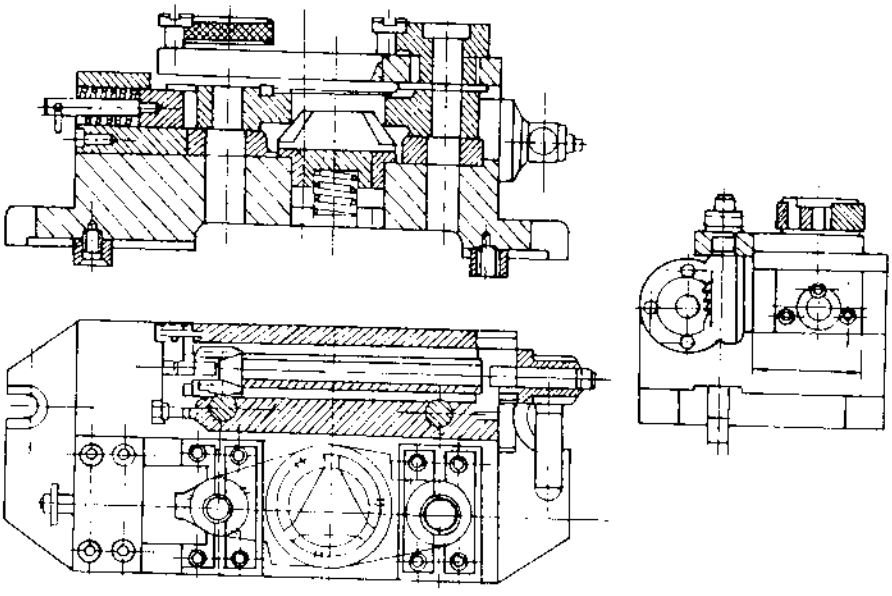
Kết cấu của đồ gá chuốt đơn giản, chỉ bao gồm một số chi tiết dạng bạc, dạng bích làm cơ cấu định vị phôi. Khi chuốt rãnh xoắn phải có thêm bộ phận phân độ để phối hợp tạo chuyển động xoắn.



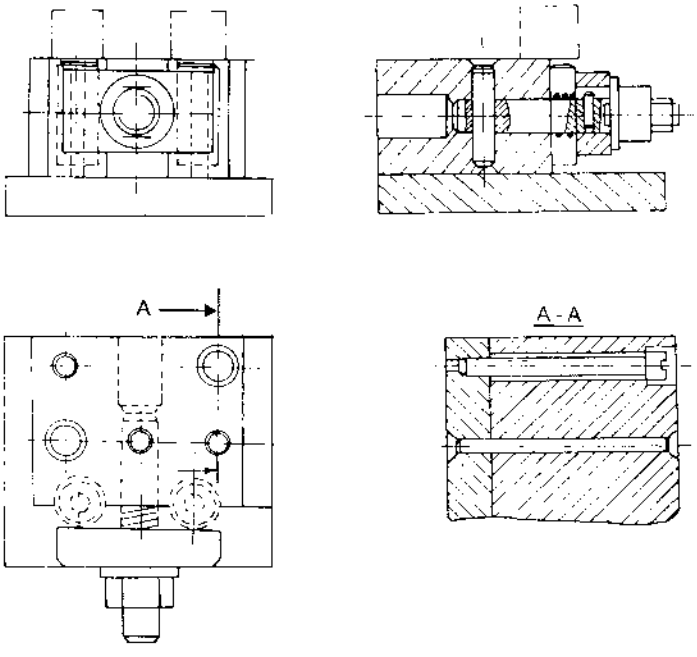
Hình 8-13. *Đồ gá tiện.*



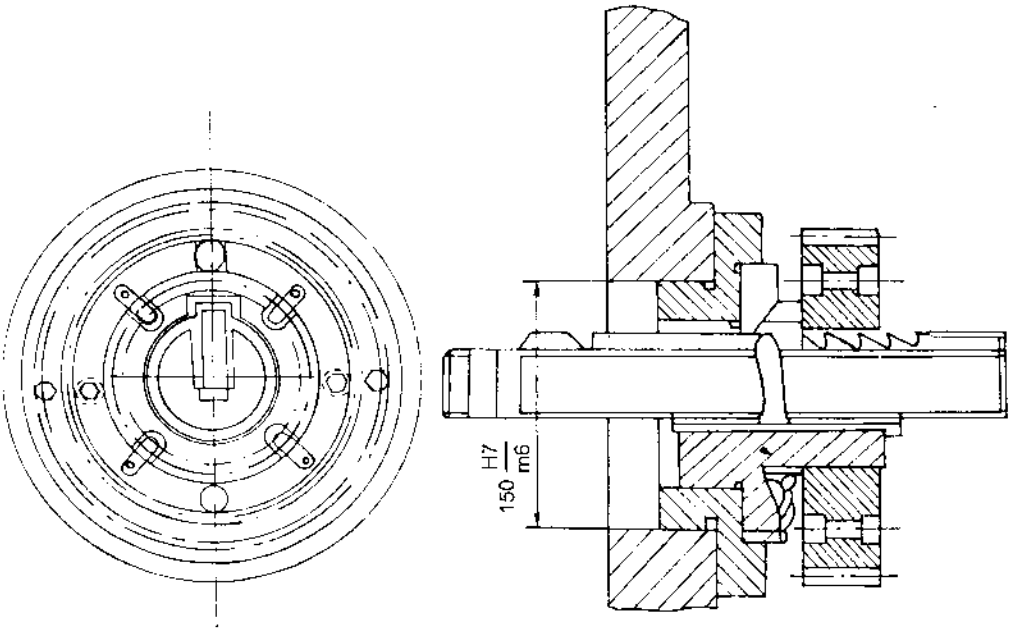
Hình 8-14. *Đồ gá phay.*



Hình 8-15. *Đồ gá khoan.*



Hình 8-16. *Đồ gá mài.*



Hình 8-17. *Đồ gá chuốt.*

3. Đồ định vị.

Đồ định vị là các chi tiết hoặc cơ cấu của đồ gá, được bố trí sao cho khi mặt làm việc của chúng tiếp xúc với mặt chuẩn của chi tiết gia công thì vị trí của chi tiết được xác định chính xác so với máy hoặc dao.

Hình dạng, kích thước và yêu cầu kỹ thuật của đồ định vị phụ thuộc vào hình dạng, kích thước của mặt chuẩn và yêu cầu kỹ thuật cần gia công.

Tuỳ theo tính chất của mặt chuẩn, đồ định vị có nhiều loại khác nhau.

a) Đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng.

Khi chuẩn là mặt phẳng có thể dùng các loại chốt tỳ hoặc các loại phiến tỳ làm đồ định vị.

.* Các loại chốt tỳ.

Chốt tỳ có nhiều loại, phụ thuộc vào tính chất của mặt chuẩn. Mỗi chốt tỳ có thể hạn chế một bậc bậc tự do (trừ tỳ phụ). Số chốt tỳ cần thiết bằng số bậc tự do mà mặt chuẩn cần hạn chế.

- Chốt tỳ cố định (bảng 8-1).
- Các loại chốt tỳ di động (bảng 8-2).

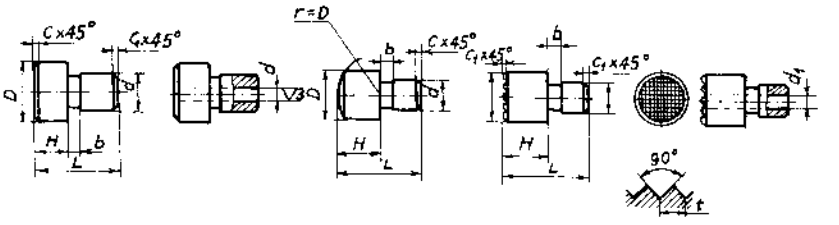
Có thể điều chỉnh vị trí mặt làm việc của chốt tỳ hoặc chốt tỳ phụ dùng khi chuẩn là mặt phẳng thô, sai số của phôi lớn và còn dùng để tăng độ cứng vững khi định vị mà không hạn chế bậc tự do.

* Phiến tỳ.

Phiến tỳ là đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng có diện tích phù hợp.

Bảng 8-1. *Các loại chốt tỳ cố định.*

Loại đầu phẳng — Loại đầu cong. — Loại đầu khía nhám



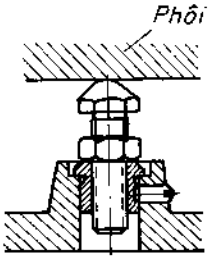
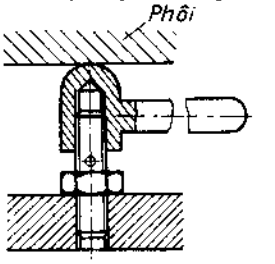
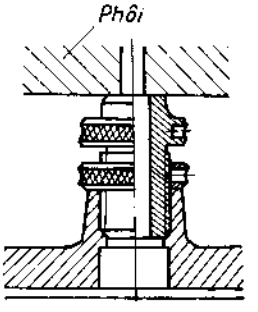
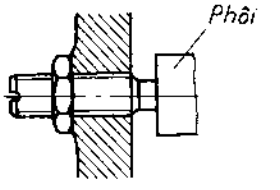
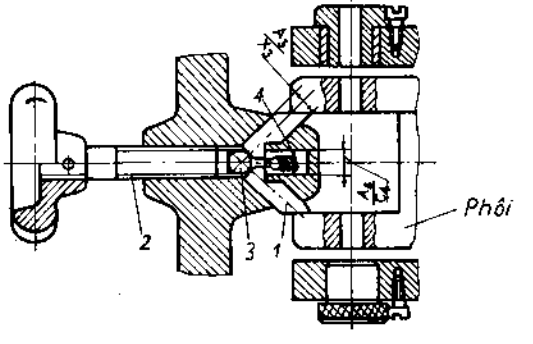
D	d (H7/Is6)	H	L	C	t	d_1	b	C_1
6	4	3 6	9 11	0,4	1,0	1	1	-
8	6	4 8	12 16	0,4	1,2	2	2	-
12	8	6 12	16 22	0,6	2	2	3	1,0
16	10	8 16	20 28	0,6	2	4	3	1,0
20	12	10 20	26 36	1,0	2	4	3	1,6
25	16	12 25	32 45	1,0	3	6	3	1,6
32	20	16 32	42 58	1,6	3	6	3	1,6
40	25	20 40	52 72	1,6	3	6	3	2,5

Vật liệu: Khi D ≤ 12mm dùng thep dụng cụ CD70.

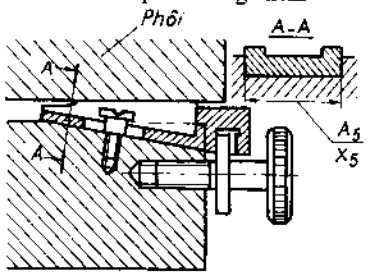
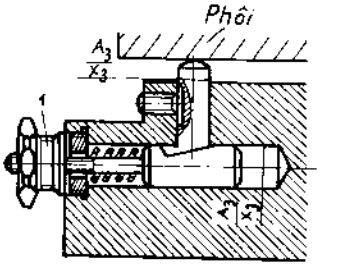
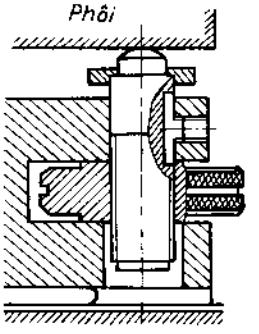
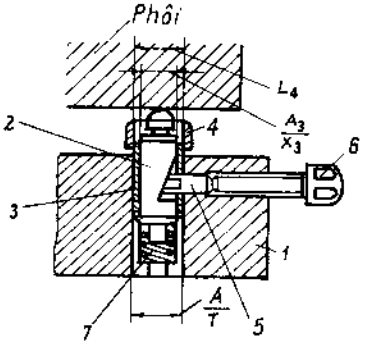
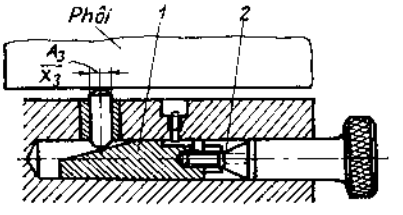
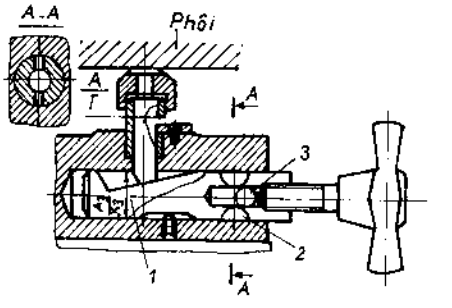
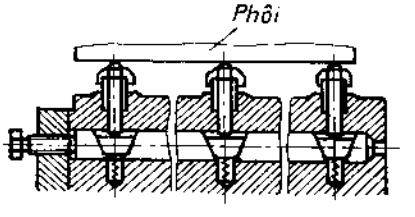
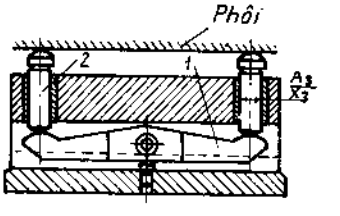
Khi D>12mm dùng thép 20Cr; thấm than, chiều sâu lớp thấm 0,5÷0,8mm; nhiệt luyện đạt HRC 50÷60.

Khi D > 12mm đầu khía nhám dùng thép 45,tôi đạt HRC 40 ÷ 45.

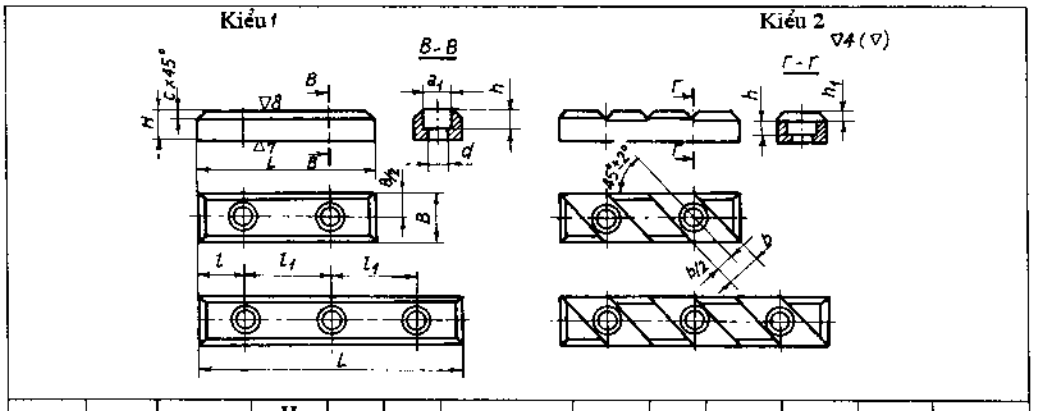
Bảng 8-2. *Các loại chốt tỳ di động.*

Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  Đỡ mặt ngang	Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  Đỡ mặt ngang
Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  Đỡ mặt ngang	Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  Tỳ mặt bên
Đỡ hai chiều - Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  	

(tiếp bảng 8-2)

Điều chỉnh tiếp xúc bằng chêm  	**Tự điều chỉnh** 
Điều chỉnh tiếp xúc bằng ren  **Dùng làm chốt tỳ đối với các chi tiết không năng**	**Tự điều chỉnh** 
Điều chỉnh tiếp xúc bằng chêm  	**Điều chỉnh tiếp xúc bằng chêm** 
Đỡ bằng 3 điểm thẳng hàng tự điều chỉnh  	**Tỳ bằng 2 điểm tiếp xúc tự điều chỉnh** 

Bảng 8-3. *Phiến tỳ.*



Kiểu	B	L	H (h6)	b	l	l_1	d	d_1	h	h_1	C	Số lỗ
I	14	40	8	12	10	20 ± 0,12	5,5	10	4,0	1,0	0,6	2
II		60				40 ± 0,12						
I	16	60	10	14	15	30 ± 0,15	6,6	12	4,5	1,6	1,0	2
		100				35 ± 0,15						3
II		60				30 ± 0,15						2
		100				35 ± 0,15						3
I	20	80	12	16	20	40 ± 0,25	9,0	15	5,5			2
		120										3
II		80										2
		120										3
I	25	100	16	16	20	60 ± 0,25	9,0	15	5,5			2
		160										3
II		100										2
		160										3
I	32	120	20	20	30	60 ± 0,25	11,0	18	7,0	2,5	1,6	2
		180										3
II		120										2
		180										3
I	40	140	25	20	30	80 ± 0,25	11,0	18	7,0			2
		220										3
II		140										2
		220										3

Vật liệu: thép 20Cr; thấm than, chiều sâu lớp thấm 0,5÷0,8mm; nhiệt luyện đạt HRC 50÷60.
Dung sai kích thước H, δ_H = 0,2 ÷ 0,3.

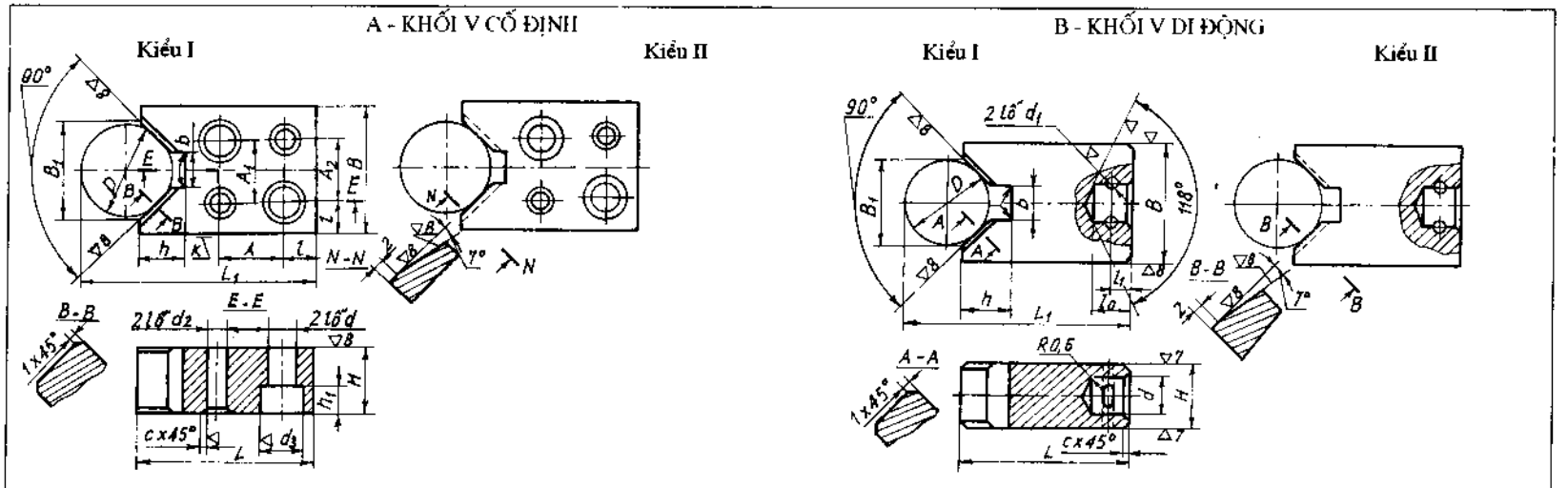
b) Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ ngoài.

Khi chuẩn là mặt trụ ngoài, đồ định vị thường dùng là khối V. Một khối V có thể định vị những phôi có đường kính khác nhau.

Tuỳ theo theo yêu cầu định vị có thể dùng nhiều loại khối V khác nhau như:

- Khối V cố định: có thể lắp trên mặt phẳng ngang hoặc mặt phẳng đứng.
- Khối V di động.

Bảng 8-4. *Khối V cố định và khối V di động.*

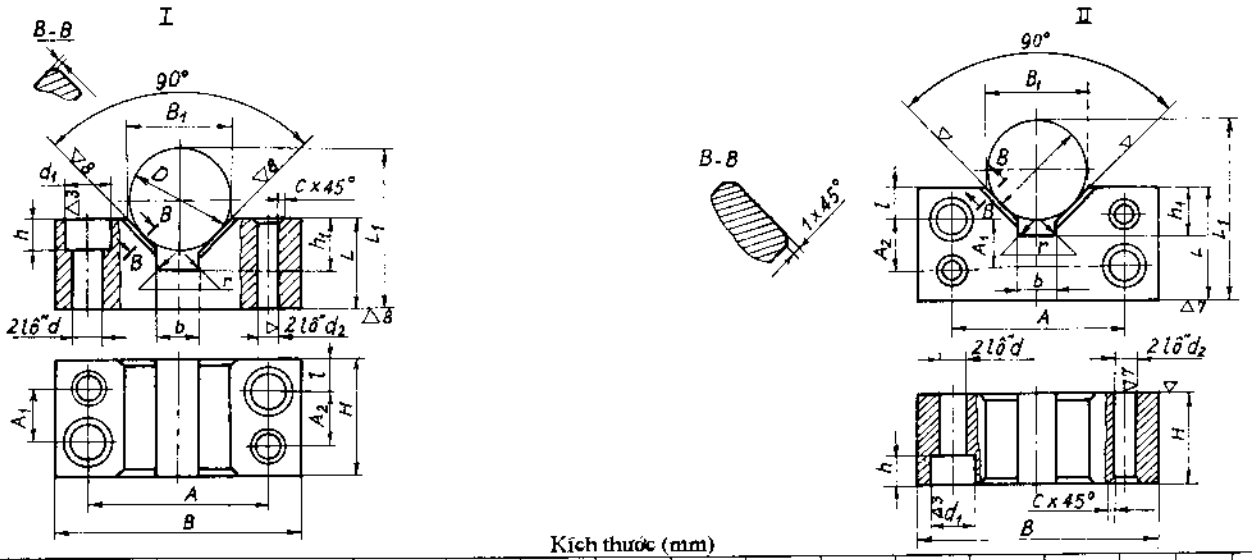


Kích thước (mm)

D	B	H	d	d_1	B_1	L	b	d_2	l_0	l_1	h	c	r	d_3	A	A_1	A_2	l
5÷10	16	10	4,8	1,6	8	32	2	4	5,0	2,8	5	0,6	0,6	7,5	16	6	7,5	5,0
>10÷15	20	12	6,4	2,0	14	40	4		7,0	4,0	7	1,0	1,0	9,5	20	8	10,0	6,0
>15÷20	25	16	7,4	2,0	18	45	6	5	7,0	4,0	9			11,0		9	12,0	8,0
>20÷25	32	16	9,5	3,0	24	50	8		9,0	4,5	11					16	16,0	
>25÷35	40	20	12,5	3,0	32	55	12	6	12,0	6,0	14		1,6	14,0		20	20,0	10,0
>35÷45	50	20	12,5	3,0	42	60	16	8	12,0	6,0	18	1,6		17,0		26	26,0	12,0
>45÷60	60	25	15,5	4,0	55	70	20		15,0	7,5	22				25	36	36,0	
>60÷80	80	25	15,5	4,0	70	80	25	10	15,0	7,5	28			19,0		52	50,0	14,0

Vật liệu: thép 20Cr; thấm than, chiều sâu lớp thấm 0,8 ÷ 1,2mm; nhiệt luyện đạt HRC 55÷60.

Bảng 8-5. *khối v lắp trên mặt phẳng ngang (I) và mặt phẳng đứng (II).*



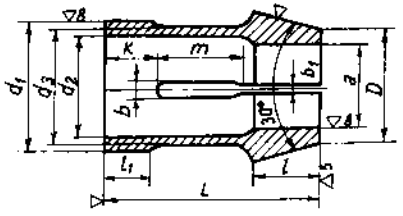
Kích thước (mm)

D	H		L		B	B_1	d	d_1	d_2	A	A_1	A_2	l	h	h_1	b	r	c
	I	II	I	II														
5÷10	16	10	10	16	32	8	4,5	7,5	4	20	6	7,5	5	4,5	5	2	0,6	1,6
>10÷15	20	12	12	20	38	14	5,5	9,5		26	8	10,0	6	5,5	7	4	1,0	
>15÷20	25	16	16	25	48	18	6,5	11,0	5	32	9	12,0	8	6,5	9	6		
>20÷25		20	20		55	24				40					11	8		
>25÷35	32	25	25	32	70	32	9,0	14,0	6	50	12	16,0	10	8,5	14	12	1,6	1,0
>35÷45	40	32	32	40	85	42	11,0	17,0	8	63	16	20,0	12	11,0	18	16		
>45÷60		38	38		100	55				76					22	20		
>60÷80	50	45	45	50	120	70	13,0	19,0	10	95	22	26,0	14	13,0	28	25		1,6
>80÷100	55	50	50	55	140	85				112	27	30,0			32	32		
>100÷150	70	70	70	70	190	120	17,0	26,0	12	155	34	40,0	18	17,0	45	45		

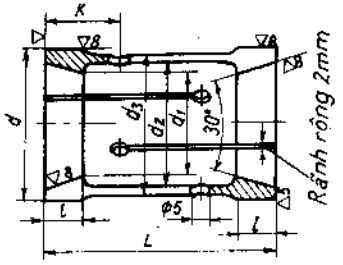
Vật liệu: thép 20Cr; thấm than, chiều sâu lớp thấm 0,8 ÷ 1,2mm; nhiệt luyện đạt HRC 55÷60.

Bảng 8-6. *Ống kẹp đàn hồi.*

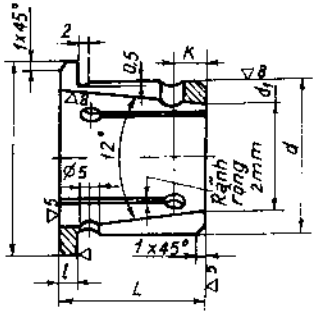
KIỂU I



KIỂU II



KIỂU III



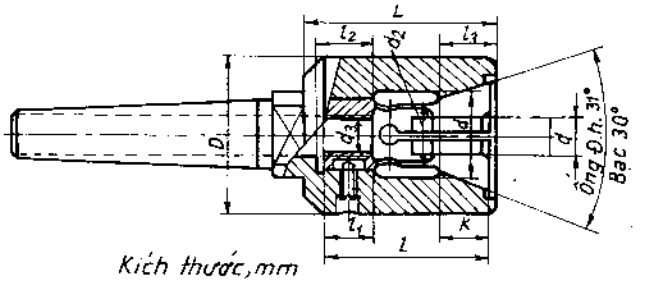
Kích thước, mm

d	d_1			d_2		d_3		D		L			l			l_1	b	b_1	m	K			N*
	I	II	III	I	II	I	II	I	III	I	II	III	I	II	III	I	I	I	I	I	II	III	
5-10	14	-	-	11,0	-	13,0	-	17	-	30	-	-	8	-	-	7	2,0	1,0	12	8	-	-	
11-15	19	-	-	15,5	-	18,0	-	23	-	40	-	-	11	-	-	9	2,5	1,5	16	10	-	-	
16-20	25	-	-	21,0	-	23,0	-	31	-	50	-	-	13	-	-	10	3,0	1,5	19	13	-	-	
21-25	31	-	9,5	26,0	-	29,5	-	40	30	58	-	28	17	-	5	13	3,5	1,5	22	14	-	8	3
26-30	37	-	16,5	31,0	-	35,0	-	47	35	65	-	28	20	-	5	14	4,0	1,5	23	15	-	8	
31-35	44	-	19,5	37,0	-	41,0	-	56	40	75	-	32	23	-	5	15	4,5	2,0	26	17	-	8	
36-40	49	-	26,5	42,0	-	46,5	-	62	45	83	-	32	25	-	5	16	4,5	2,0	28	18	-	3	
41-45	56	30	30,0	47,0	34	52,0	38	70	50	90	62	38	29	10	5	18	5,0	2,0	30	20	20	8	
46-50	60	32	34,5	52,0	37	57,0	42	77	55	98	70	38	30	15	5	19	5,5	2,0	32	21	23	8	
51-60	73	36	38,0	63,0	43	69,0	49	87	63	110	80	48	35	15	5	20	6,0	2,0	34	22	23	8	4
61-70	83	45	47,0	73,0	52	79,0	58	99	76	122	100	52	38	20	8	22	6,5	2,5	37	23	30	11	
71-80	95	58	57,0	83,0	61	90,0	70	112	88	132	120	52	42	20	8	23	6,5	2,5	39	25	35	11	
81-90	105	-	-	93,0	-	100	-	126	-	145	-	-	47	-	-	25	7,0	2,5	42	27	-	-	
91-100	116	-	-	104	-	111	-	140	-	162	-	-	52	-	-	27	7,5	3,0	44	28	-	-	
101-110	126	-	-	114	-	121	-	153	-	175	-	-	56	-	-	28	8,0	3,0	47	30	-	-	6
111-125	143	-	-	129	-	137	-	166	-	190	-	-	60	-	-	30	8,5	3,0	49	32	-	-	

Vật liệu: thép CD70A; CD80A; CD100A.

nhiệt luyện phần ống kẹp thép CD 70A đạt HRC 43 ÷ 52; CD80A; CD100A đạt HRC 55 ÷ 60; Phần cán không đàn hồi đạt HRC 30 ÷ 35; N* số rãnh theo một phía.

Bảng 8-7. *Trục gá đàn hồi rút qua trục chính.(mm)*

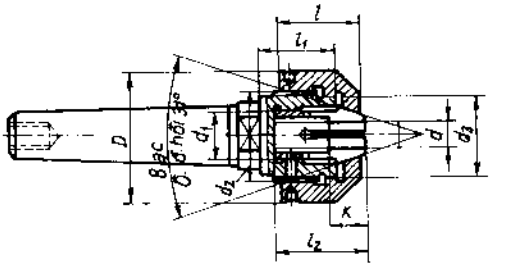


Dùng ở chế độ nhẹ và trung bình. Mặt chuẩn cần gia công để dễ gá khi ống đàn hồi mở 0,5mm

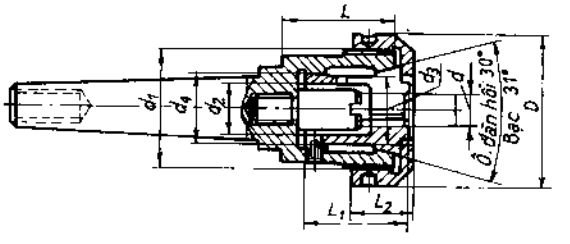
d	d_1	d_2	d_3(H7/h6)	D	L	l	l_1	l_2	l_3	k
10-15	25	22	23	50	85	60	20	14	20	15
16-20	32	28	29	60	90	65				
21-25	38	34	35	70	100	70			25	20
26-30	42	38	39							
31-35	49	45	40							
36-40	54	50	51	80	110	80				

Bảng 8-8. *Trục gá đàn hồi khi chuẩn là mặt trụ ngoài.(mm)*

Dùng ở chế độ nhẹ và trung bình. Mặt chuẩn cần gia công để dễ gá khi ống đàn hồi mở 0,5mm



d	d_1(H7/h6)	d_2	d_3(H7/h6)	D	L	l_1	l_2	k
8-10	20	M36 × 1,5	30	52	33	30	35	10
11-15	24	M42 × 1,5	38	62	38	40	50	12
16-20	30	M48 × 1,5	45	72				
21-25	38	M56 × 1,5	50	85				
26-30	42	M60 × 1,5	55	85				
31-35	50	M72 × 1,5	65	90	42	45	60	15



Dùng ở chế độ nhẹ và trung bình. Mặt chuẩn cần gia công để dễ gá khi ống đàn hồi mở 0,5mm

d	d_1	d_2	d_3	d_4(H7/h6)	D	L	L_1	L_2
10-12	M36 × 1,5	12	16	20	48	40	35	25
13-14	M42 × 1,5	18	22	25	58			
15-16	M42 × 1,5							
17-18	M52 × 1,5	25	30	32	72	55	50	30
19-20	M52 × 1,5							
21-22	M52 × 1,5							
23-24	M52 × 1,5							
25-26	M64 × 1,5	33	38	40	35	65	60	

c) Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ trong (lỗ).

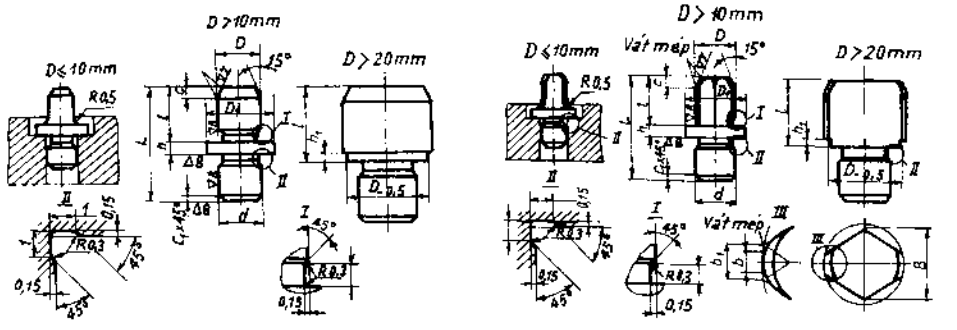
Tuỳ theo yêu cầu về gá đặt và tính chất của mặt chuẩn, có thể dùng nhiều loại đồ định vị khác nhau.

Khi chuẩn là lỗ tinh, đồ định vị thường dùng là: các loại chốt gá và trục gá

* Các loại chốt gá.

Bảng 8-9. *Chốt gá cố định. (mm)*

CHỐT TRỤ. CHỐT TRÁM



Kích thước, mm

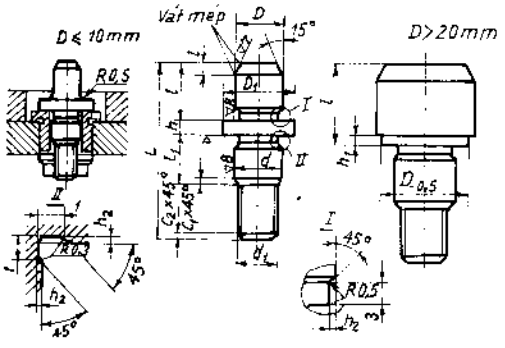
D(g6;f7	t	d(j6)	D_1	L	h	h_1	c	C_1	b	b_1	B
4 ÷ 6	8 6	6	10	18 16	2	-	2	0,4	1	1,6	D - 0,5
6 ÷ 8	10 8	8	12	22 20	3				2	3	D - 1,0
8 ÷ 10	12 10	10	16	28 25			3				
10 ÷ 12	16 12	12	18	32 28	4				3	4	D - 2
12 ÷ 16	18 14	16	22	40 36			4	0,6			
16 ÷ 20	20 16		25	45 40							
20 ÷ 25	22 18		-	40 36	-	2		1		5	D - 3
25 ÷ 32	25 20	20		45 40				1,6			D - 4
32 ÷ 40	28 22	25		55 50		3	5		4	6	D - 5
40 ÷ 50	36 28	32		70 60			6		5	8	

* Các kích thước hàng trên của l và L chỉ dùng cho chốt trụ.

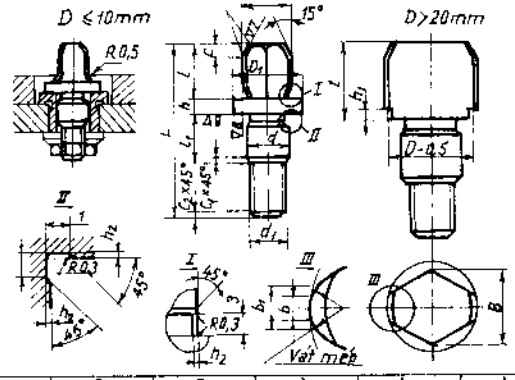
* Vật liệu D≤16mm - thép CD80A; D<16mm - thép 20 Cr thấm than, sâu 0,8 ÷ 1,2mm, HRC 50÷55.

Bảng 8-10. *chốt gá thay thế. (mm)*

Kích thước cơ bản của chốt trụ



Kích thước cơ bản của chốt trám



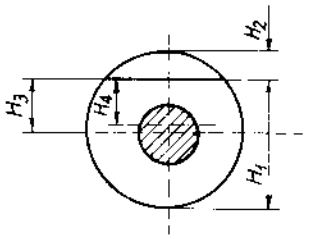
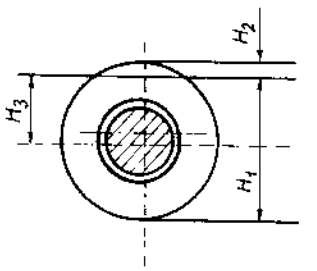
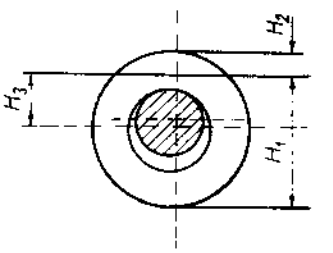
Kích thước (mm)

D(f7)	t	d(h6)	D_1	d_1	L	l	h	h_1	c	C_1	C_2	b	h_2	b_1	B
4 ÷ 6	8 6	6	10	M5	24 22	6	2	-	2	0,4	0,8	1	0,15	1,6	D - 0,5
6 ÷ 8	10 8	8	12	M6	30 28	8	3				1	2		3	D - 1
8 ÷ 10	12 10	10	16	M8	34 32	10	4		3		1,2				
10 ÷ 12	16 12	12	18	M10	44 40	12					1,5	3		4	D - 2
12 ÷ 16	18 14	16	22	M12	50 46	16			4	0,6	1,8				
16 ÷ 20	20 16		25		52 48										
20 ÷ 25	22 18		-		50 46		-	2		1				5	D - 3
25 ÷ 32	25 30	20		M16	56 50	18				1,6	2				D - 4
32 ÷ 40	28 22	25		M20	66 60	25		3	5		2,5	4		6	D - 5
40 ÷ 50	36 28	32		-	80 72	30			6			5		8	

* Các kích thước hàng trên của l và L chỉ dùng cho chốt trụ.

* Vật liệu D≤16mm - Thép CD80A; D <16mm - Thép 20 Cr thấm than , sâu 0,8 ÷ 1,2mm HRC 50÷55.

Bảng 8-11. *Sai số định vị khi gá trên một chốt trụ cố định* ε

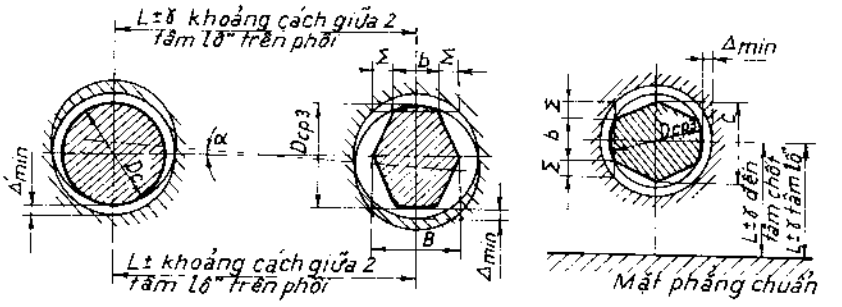
Tính chất gá đặt	Sơ đồ gá đặt	Kích thước đạt	Công thức tính
Gá chi tiết trên chốt đàn hồi (không có khe hở giữa chốt gá và lỗ chuẩn)		H_1 H_2 H_3 H_4	$\varepsilon_{C(H_1)} = \varepsilon_{C(H_2)} = \frac{\delta}{2} + 2e$ $\varepsilon_{C(H3)} = 2e$ $\varepsilon_{C(H4)} = 0$
Gá chi tiết trên chốt cố định tiếp xúc hai phía		H_1 H_2 H_3 H_4	$\varepsilon_{C(H_1)} = \varepsilon_{C(H_2)} =$ $= \frac{\delta}{2} + 2e + \delta_1 + \delta_2 + 2\Delta_{min}$ $\varepsilon_{C(H3)} = 2e+\delta_1+\delta_2+2\Delta_{min}$ $\varepsilon_{C(H4)} = \delta_1+\delta_2+2\Delta_{min}$
Gá chi tiết trên chốt cố định tiếp xúc một phía		H_1 H_2 H_3 H_4	$\varepsilon_{C(H_1)} = \varepsilon_{C(H_2)} =$ $= \frac{\delta}{2} + 2e + \frac{\delta_2}{2} + \frac{\delta_1}{2}$ $\varepsilon_{C(H3)} = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2} + 2e$ $\varepsilon_{C(H4)} = \frac{\delta_1}{2} + \frac{\delta_2}{2}$

δ- dung sai đường kính ngoài của phôi.
δ_1- dung sai đường kính lỗ chuẩn.
δ_2 - dung sai đường kính chốt gá.
Δ_{min}- khe hở bán kính nhỏ nhất giữa chốt gá và lỗ chuẩn.
e - độ lệch tâm giữa lỗ chuẩn và mặt ngoài.
ε - sai số định vị.

H_3- kích thước từ mặt gia công đến tâm mặt trụ ngoài của phôi.
H_4- kích thước từ mặt gia công đến tâm lỗ chuẩn.

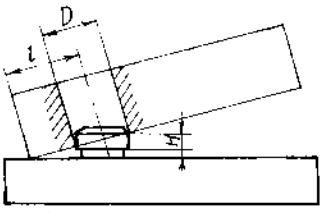
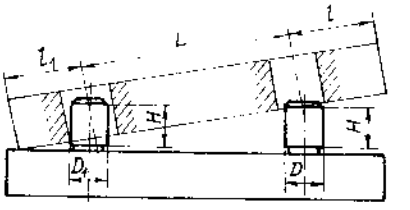
(tiếp bảng8-11).

Gá phôi trên hai chốt trụ và trám — **Gá phôi trên một chốt trám.**



Đại lượng cần xác định	Ký hiệu	Công thức tính		
Khe hở bán kính nhỏ nhất giữa chốt trụ và lỗ của phôi	Δ'_{min} (mm)	$\frac{D_o - D_c}{2}$ D_o- đường kính nhỏ nhất của lỗ. D_c- đường kính lớn nhất của chốt trụ		
Khe hở của chốt trám khi lỗ dịch chuyển chốt cố định, tính toán theo dung sai khoảng cách tâm	Σ (mm)	$y - y_1 - \Delta'_{min}$ y- sai lệch lớn nhất của khoảng cách tâm giữa hai lỗ. y_1- sai lệch lớn nhất của khoảng cách tâm giữa hai chốt.		
Khe hở bán kính nhỏ nhất giữa phần làm việc của chốt trám với lỗ	Δ_{min} (mm)	$\frac{2b\Sigma}{D_0} + \Delta'_{min}$		
Đường kính lớn nhất của chốt trám	D_{CP3} (mm)	$D_0 - 2\Delta_{min}$		
Chiều rộng chốt trám, phần làm việc (mm)	b (mm)	D	b	B
		Từ 4 ÷ 6	1,0	D — 0,5
		6 ÷ 8	2,0	D — 1
Chiều rộng phần cắt chốt trám	B (mm)	8 ÷ 10 10 ÷ 20	3,0	D — 2 D — 3
		20 ÷ 25 25 ÷ 32		D — 4
		32 ÷ 40 40 ÷ 50	4,0 5,0	D — 5
Góc xoay của đường nối hai tâm lỗ so với đường nối hai tâm chốt	α (°)	$tg\alpha = \frac{\Delta_{max} - \Delta'_{max}}{L}$ Δ_{max}- khe hở bán kính lớn nhất giữa lỗ và chốt trám . Δ'_{max}- khe hở bán kính lớn nhất giữa lỗ và chốt trụ . L- khoảng cách tâm giữa hai lỗ.		

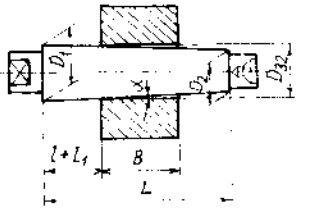
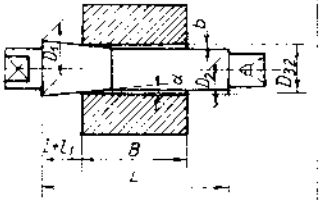
Bảng 8-12. *Xác định chiều cao chốt*

Gá trên một chốt			Gá trên hai chốt
 a)			 b)
Phương pháp gá	**Đại lượng cần xác định**	**Ký hiệu**	**Công thức tính**
Gá trên một chốt (hình a)	Chiều cao chốt để không vướng khi tháo lắp	H	$\frac{l+0,5.D}{D}\sqrt{2.D.\Delta_{min}}$ (1) l- khoảng cách từ tâm lỗ đến đầu hạ thấp của phôi, mm. D- đường kính lỗ nhỏ nhất, mm. Δ_{min}- khe hở nhỏ nhất giữa lỗ và chốt.
Gá trên hai chốt (hình b)	Chiều cao chốt để không vướng khi tháo lắp với $D = D_1$ và $l = l_1$ Giá trị H là giá trị nhỏ nhất khi xác định từ công thức (1) và (2).	H	$\frac{L+l+0,5.D}{L+D}\sqrt{2.(L+D).\Delta_{min}}$ (2) L- khoảng cách từ tâm giữa hai lỗ

* Trục gá.

Trục gá có nhiều loại. Mỗi loại được sử dụng trong một phạm vi nhất định.

Bảng 8-13. *Trục gá côn liền.*

Thông số cần xác định	Ký hiệu	Trục gá côn một phía $B \le 1,5.D_{32}$	Trục gá côn có phần trụ
			
1	2	3	4
Độ côn cần thiết	K	$2tg\alpha = \frac{1}{1000} \div \frac{1}{3000}$ Cho độ chính xác cấp 5 và 6 của trục	$2tg\alpha = \frac{1}{100} \div \frac{1}{300}$
Đường kính lớn nhất phần côn	D_1	$D_1 = D_{32\,max} + \delta$ $\delta = 0,01 \div 0,02$mm (nên).	$D_1 = D_{32\,max} + \delta$ $\delta = 0,02 \div 0,05$mm .

(tiếp bảng 8-13).

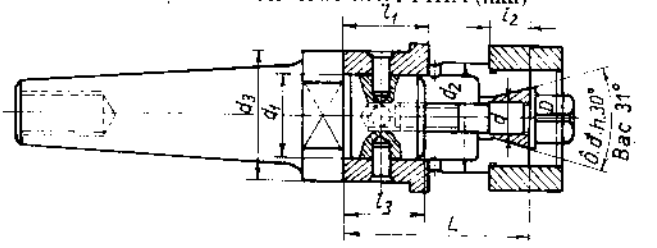
1	2	3	4
Chiều dài phần côn đảm bảo nén phôi	l	$l = \frac{D_1 - D_{32max}}{K}$	
Chiều dài phần côn tính đến sai lệch lỗ của phôi	l_1	$l_1 = \frac{D_{32max} - D_{32min}}{K}$	
Chiều dài chung của trục gá	L	$L = l + l_1 + B + (0,3 \div 0,5) . D_{32}$	
Đường kính nhỏ nhất	D_2	$D_2 = D_1 - K.L$	$D_2 = D_{32}min - 2\delta$
Khe hở lớn nhất một phía	δ	-	$\delta = \frac{D_{32max} - D_{32min}}{2}$

* Khi chọn độ côn phải căn cứ vào sai lệch lỗ phôi. Lỗ chính xác có thể chọn độ côn nhỏ; khi lỗ nhỏ chiều dài trục gá tăng lên làm nó kém cứng vững (yếu đi).

Bảng 8-14. *Các loại trục gá để gá đặt phôi khi mặt chuẩn trong đã gia công (chuẩn định vị là chuẩn tinh).*

TRỤC GÁ ĐÀN HỒI MỘT PHÍA (mm)

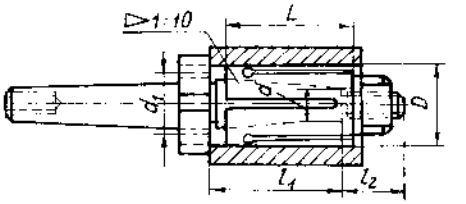
Dùng ở chế độ nhẹ. Mặt chuẩn (lỗ) phải gia công kể đến khi ống kẹp mở 0,5mm; $D_{lo} \geq 15$mm



D	d (H7/h6)	d_1 (H7/h6)	d_2	d_3	L	l_1	l_2	l_3
15 - 20	6,5	17	22	27	36	19	7	17
21 - 25	8,5	23	28	33	47	22	10	20
26 - 30	10,5	28	33	38	54	24	12	22
31 - 35	10,5	33	38	43	61	26	16	24
36 - 40	12,5	38	43	48	74	29	20	27
41 - 45	16,5	45	50	55	82	32	20	30

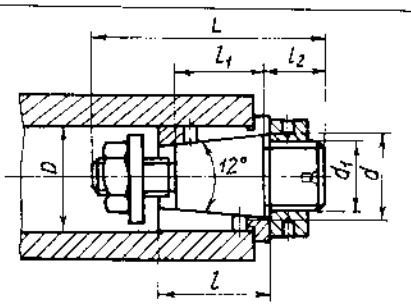
TRỤC GÁ ĐÀN HỒI HAI PHÍA (mm)

Dùng ở chế độ nhẹ và trung bình. Mặt chuẩn (lỗ) phải gia công kể đến khi ống kẹp mở 0,5mm;



D	d	d_1	L	l_1	l_2
20 - 25	9,8	M20 × 1,5	40	40	20
26 - 38	12,8	M24 × 2	55	55	25
39 - 54	17,8	M36 × 2	80	80	32
55 - 78	27,7	M48 × 3	115	115	43

(tiếp bảng 8-1).

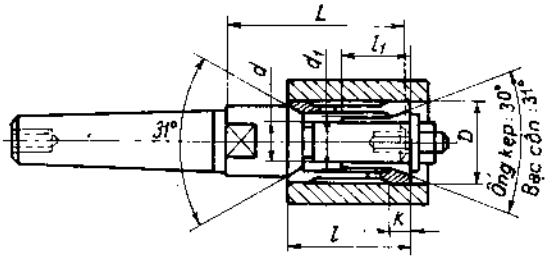


TRỤC GÁ ĐÀN HỒI TỰ ĐỊNH TÂM

(mm)

Dùng ở chế độ trung bình, lực ép hướng tâm. Mặt chuẩn (lỗ) phải gia công kể đến khi ống kẹp mở 0,5mm.

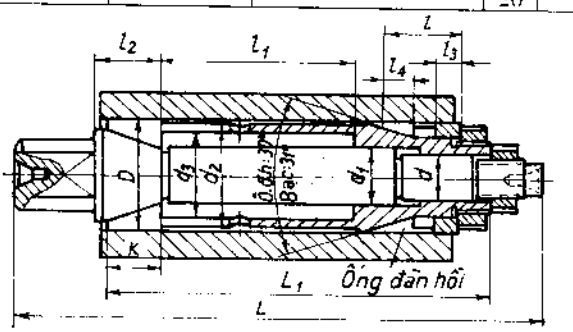
D	d	d_1	L	l	l_1	l_2
30 - 34	26	M20 × 1,5	65	32	27	16
35 - 39	33	M20 × 1,5				
40 - 44	37	M24 × 2				
45 - 49	43	M30 × 2	75 80	38	31	17
50 - 54	48	M42 × 3				
55 - 60	53	M42 × 3	90	48	41	22



TRỤC GÁ ĐÀN HỒI HAI PHÍA

Dùng ở chế độ nhẹ. Mặt chuẩn (lỗ) phải gia công kể đến khi ống kẹp mở 0,5mm.

D	d (H7/h6)	d_1	K	l	l_1	L
40 - 44	20	28	10	62	35	90
45 - 49		30	15	70		100
50 - 54	25	33				
55 - 59		38		80	45	110
60 - 65	30	46				
			20	100		125



TRỤC GÁ ĐÀN HỒI ĐIỀU CHỈNH LỰC KẸP

Dùng ở chế độ nhẹ. Mặt chuẩn (lỗ) có thể gia công đạt độ chính xác không cao.

Kích thước (mm).

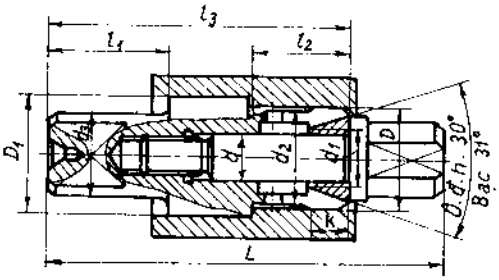
Kích thước (mm)

D	d	d_1	d_2	d_3	K	L	L_1	l	l_1	l_2	l_3	l_4
48 - 54	19	25	44	38	25	235	170	40	85	30	15	15
55 - 64	20	25	50	42	25	250	185		100			
65 - 74	25	30	60	50	30	290	220	60	110	45	20	20
75 - 84	30	40	70	60	35	320	250		130			
85 - 95	35	40	80	70	35	365	275	70	145			25

(tiếp bảng 8-14).

TRỤC GÁ ĐÀN HỒI CHO LỖ BẠC

Dùng cho chế độ nhẹ. Mặt chuẩn cần gia công đạt chính xác cấp 6 hoặc 7.

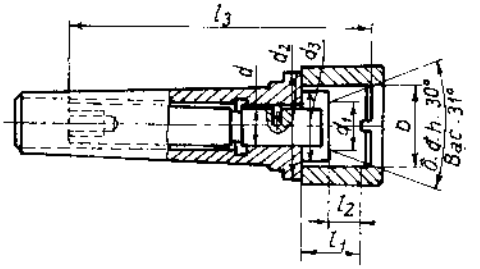


Kích thước (mm)

D	D_1	d (H7/h6)	d_1	d_2	d_3	K	l_1	l_2	l_3	L
25 - 29		12	15		22	8	32	24	80	105
30 - 34		15	18,5		28	12	45	33	100	125
35 - 39		20	20		33	15	55	41	125	150
40 - 44		20	25	D-1	37	20	60	51	140	165
45 - 49		25	30		42	20	60	61	160	185
50 - 55		25	35		47	20	60	66	170	200
55-60		30	36,5		51	20	65	69	182	210

TRỤC GÁ ĐÀN HỒI CHỊU LỰC KÉO

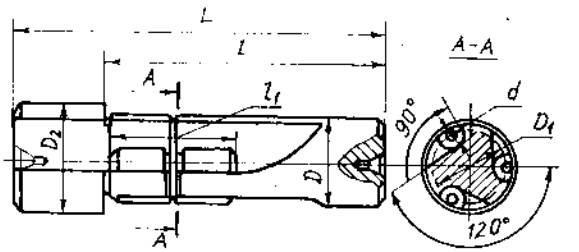
Dùng ở chế độ trung bình. Mặt chuẩn cần gia công kể đến ống kẹp mở 0,5mm.



Kích thước. (mm)

D	d (H7/h6)	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3
45-49		29,5	60	40			
50-54		35,5	60	45			
50-59	26	37,5	70	50	35	25	175
60-64		41,5	70	54			
65-70		45,5	80	58	40		

TRỤC GÁ KẸP CHẶT BẰNG CON LĂN (mm)



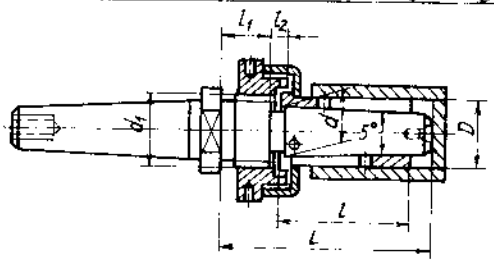
Dùng ở chế độ trung bình. Lực kẹp gây ra do con lăn tạo thành chêm giữa phôi và trục.
Mặt chuẩn có độ chính xác thấp

D	D_1	D_2	d	L	l	l_1
25	19	30	6,05	100	75	30
30	22	34	8,05	120	90	40
35	27	40	8,05	120	90	40
40	30	44	10,05	135	100	60
45	33	50	12,05	155	120	60
50	36	54	14,05	170	130	70

(tiếp bảng 8-14).

TRỤC GÁ ĐÀN HỒI KHI LỖ CHUẨN KHÔNG THÔNG

Dùng ở chế độ nhẹ. Mặt chuẩn (lỗ) phải gia công kể đến khi ống kẹp mở 0,5mm;

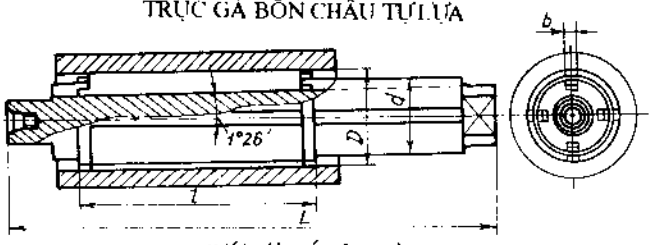


KÍCH THƯỚC (mm)

D	d	d_1	L	l	l_1	l_2
25 - 29	20	M25 × 1,5	105	65	25	7
30 - 34	25	M30 × 1,5	110	70		
35 - 39	30	M42 × 2	115	70		
40 - 44	34	M42 × 2	125	75	30	
45 - 49	39	M48 × 2	130	80		
50 - 55	44	M56 × 2	135	85		

Bảng 8-15. *Trục gá để gá đặt phôi khi mặt chuẩn trong không gia công*

TRỤC GÁ BỐN CHẤU TỰ LỰA

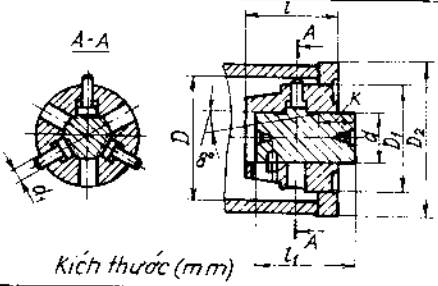


Kích thước (mm)

Lượng mở ≤ 5mm, dùng ở chế độ nhẹ và trung bình.

D	d	b	L	l
50 - 59	42	10	300	120
60 - 69	50	12	305	125
70 - 79	60	15	314	134
80 - 89	68	15	330	145
90 - 100	76	20	335	150

TRỤC GÁ ĐỊNH TÂM BẰNG CAM

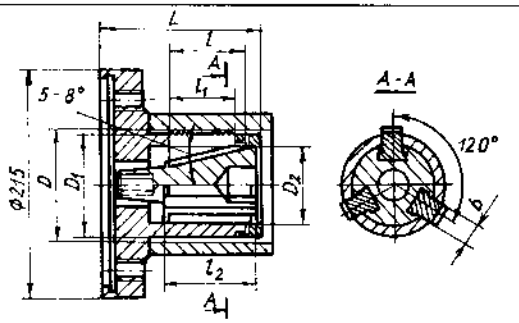


Chế độ làm việc nhẹ. Phôi được kẹp chặt nhờ áp lực hướng tâm do ụ sau gây ra.

Kích thước (mm)

D	D_1	D_2	d (H7/h6)	d_1 (h7/h6)	K	l	l_1
78 - 80	76	105	32	12	20	60	65
88 - 90	86	120	36			65	75
98 - 100	95	130	40		25	80	85
108 - 110	104	135	50	15			
118 - 120	114	155				82	
126 - 130	122	165	55	17		88	95
136 - 40	132	175	60		35	100	100

(tiếp bảng 8-15)



TRỤC GÁ CAM

Chế độ làm việc nặng. Định tâm. Lực kẹp phôi được thực hiện khi kéo phôi về phía sau.

Kích thước (mm).

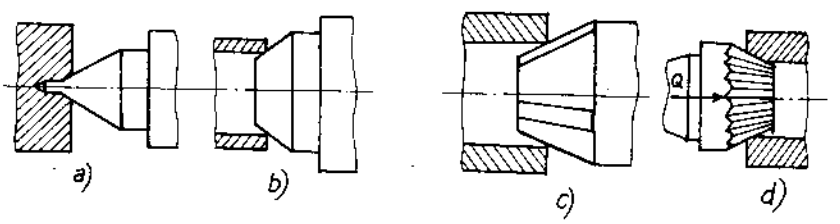
D	D_1	D_2(H7/h6)	b (H7/h6)	L	l	l_1	l_2
60 - 65	56	38	12	125	55	45	65
66 - 75	66	45	14		60	50	70
76 - 85	76	52	16	135	65	55	78
86 - 100	85	60		138	70	60	80
101 - 105	95	70	18	150	72		90
106 - 115	105	80	20	162	77	65	
116 - 125	115	90		165			

d) Đồ định vị khi chuẩn là các lỗ tâm.

Khi chuẩn là lỗ tâm có thể dùng các mũi tâm để định vị. Các loại mũi tâm gồm: mũi tâm cứng, mũi tâm tùy động hướng trục và mũi tâm quay.

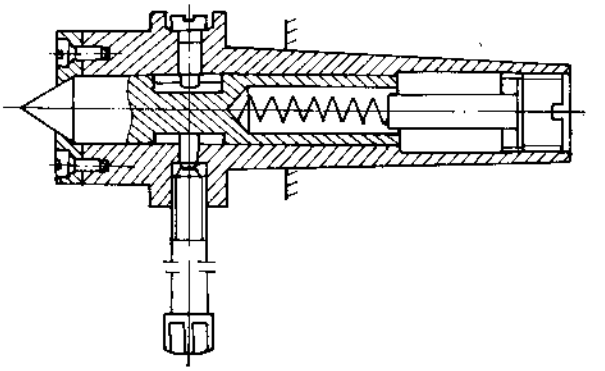
* Mũi tâm cứng.

Mũi tâm cứng lắp trực tiếp vào lỗ côn trục chính hoặc ụ sau (hình 8-18)



Hình 8-18. *Các loại mũi tâm cứng.*

*Mũi tâm tùy động hướng trục (hình 8-19).

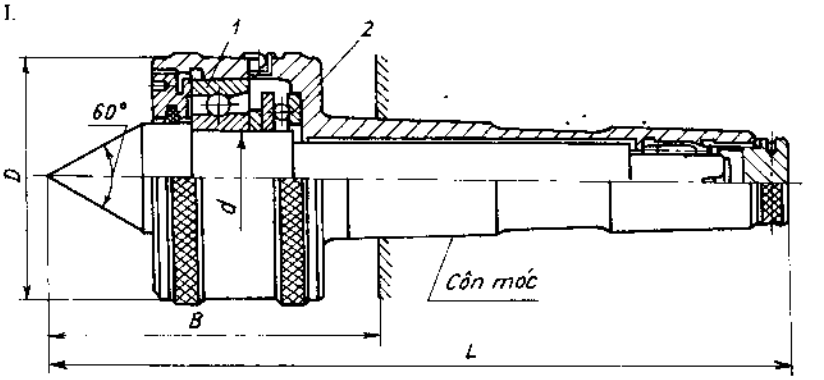


Hình 8-19. *Mũi tâm tuỳ động hướng trục.*

*Mũi tâm quay (bảng 8-16).

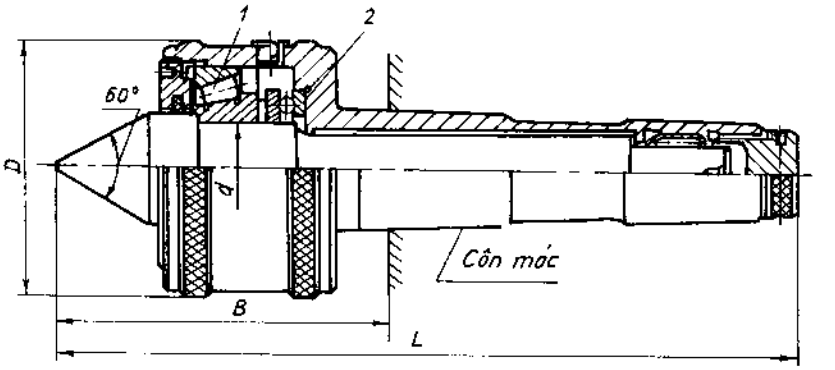
Bảng 8-16. *Các loại mũi tâm quay.*

KIỂU I.



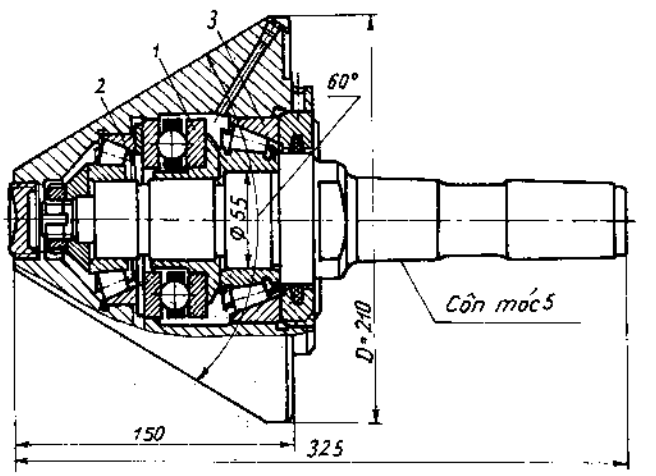
	Kích thước cơ bản, mm				Côn moóc N⁰	Ổ bi	
	D	d	B	L		Ổ bi N⁰	Ký hiệu
Làm việc chế độ nhẹ. Chịu lực hướng trục và hướng kính. Lực hướng kính cho phép 120 ÷ 220 kG	60	20	100	185	3	1	36204
						2	8204
	65	25	105	210	4	1	36205
						2	8205
	75	30	100	240	5	1	36205
						2	8205

KIỂU II



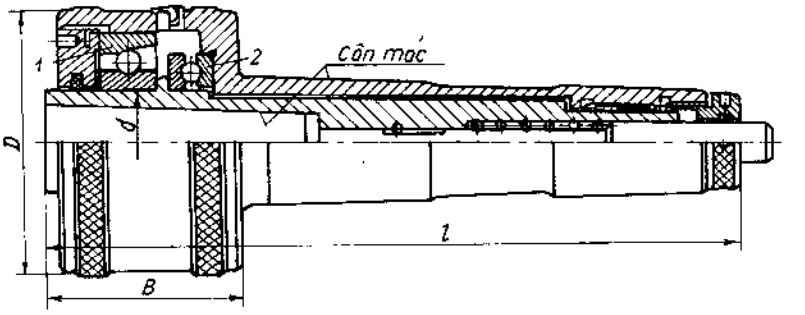
	Kích thước cơ bản, mm				Côn moóc N°	Ô bi	
	D	d	B	L		Ô bi N°	Ký hiệu
Làm việc chế độ nhẹ. Chịu lực hướng trục và hướng kính. Lực hướng kính cho phép 250 ÷ 600 kG	75	25	110	215	4	1	7205
						2	8205
	90	30	120	250	5	1	7206
						2	8206
	125	45	160	340	6	1	7209
						2	8209

KIỂU III



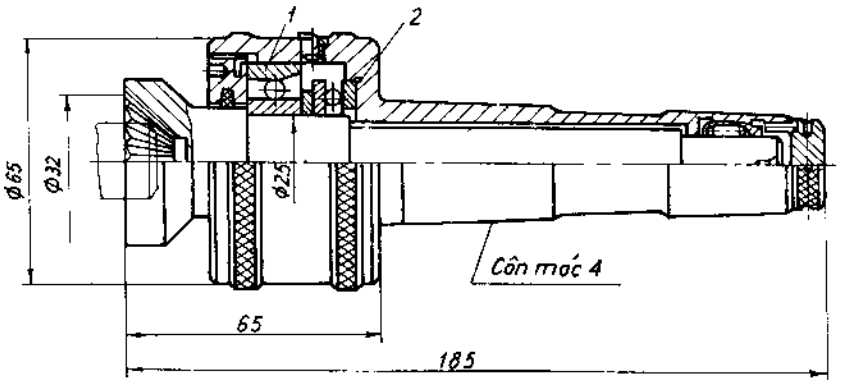
	Kích thước cơ bản, mm				Côn moóc N°	Ô bi	
	D	d	B	L		Ô bi N°	Ký hiệu
Ứng dụng để gia công ống. Chịu lực hướng trục và hướng kính. Lực hướng kính cho phép 1000 ÷ 1100 kG						1	8211
						2	7207
						3	7211

KIỂU IV



	Kích thước cơ bản, mm				Côn moóc N⁰	Ổ bi	
	D	d	B	L		Ổ bi N⁰	Ký hiệu
Làm việc chế độ nhẹ. Chịu lực hướng trục và hướng kính., có lỗ côn để lắp các mũi tâm. Lực hướng kính cho phép 140 ÷ 220 kG	65	25	48	172	4	1	36205
						2	8205
	65	30	53	202	5	1	36206
						2	8206

KIỂU V



	Kích thước cơ bản, mm				Côn moóc N⁰	Ổ bi	
	D	d	B	L		Ổ bi N⁰	Ký hiệu
Để gá đặt các phôi trụ không có lỗ tâm. Tính chịu lực giống IV.						1	36205
						2	8205

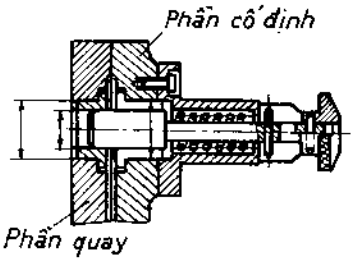
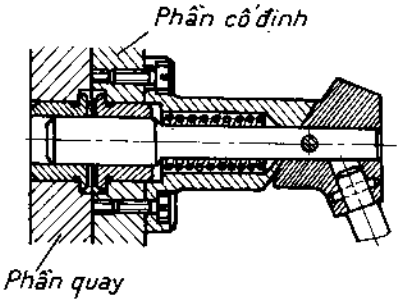
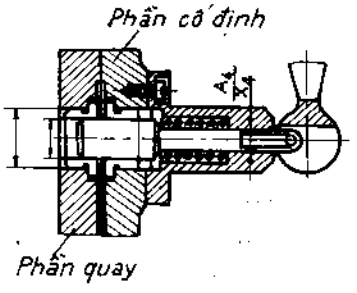
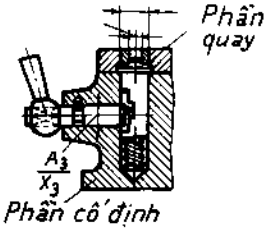
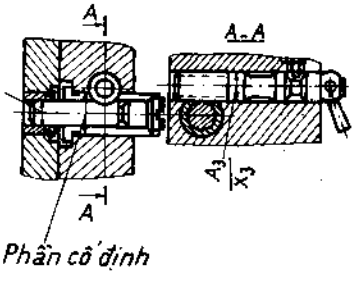
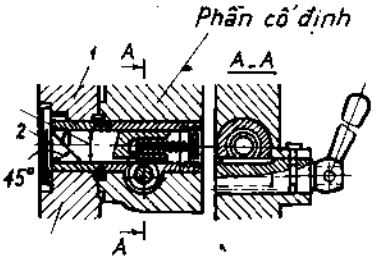
Độ đảo tâm về cơ bản phụ thuộc vào độ chính xác của ổ lăn (ổbi):

+ Độ chính xác của ổ bi cao, độ đảo tâm ≤ 0,005.
+ Độ chính xác của ổ bi trung bình , độ đảo tâm ≤ 0,01.
+ Độ chính xác của ổ bi không cao , độ đảo tâm ≤ 0,015.

e) Các cơ cấu định vị khác.

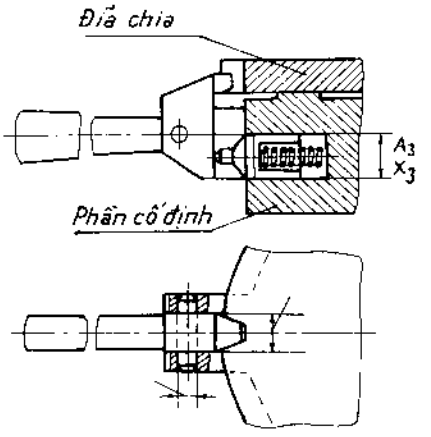
* Cơ cấu định vị phần quay

Bảng 8-17. *Một số cơ cấu định vị phần quay.*

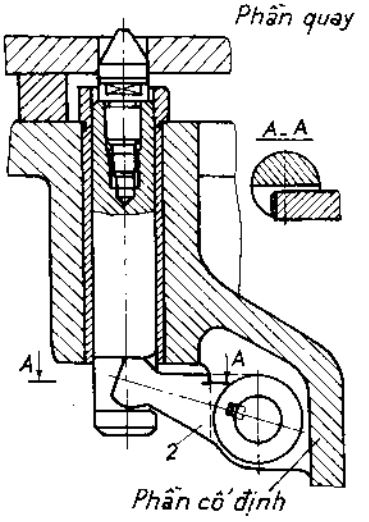
1 	2 
3 	4 
5 	6 

(tiếp bảng 8-17)

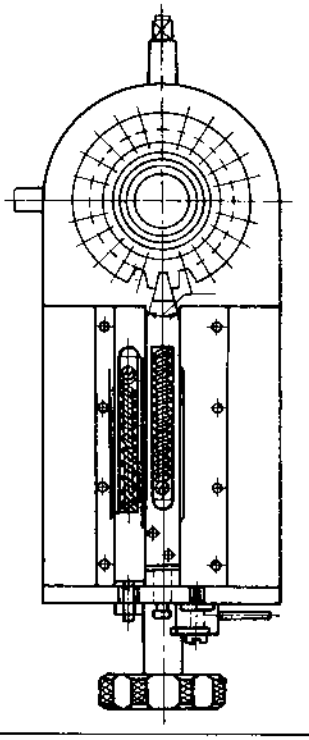
7



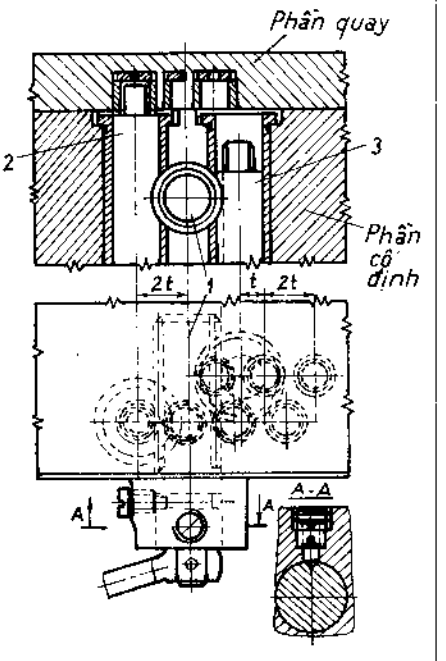
8

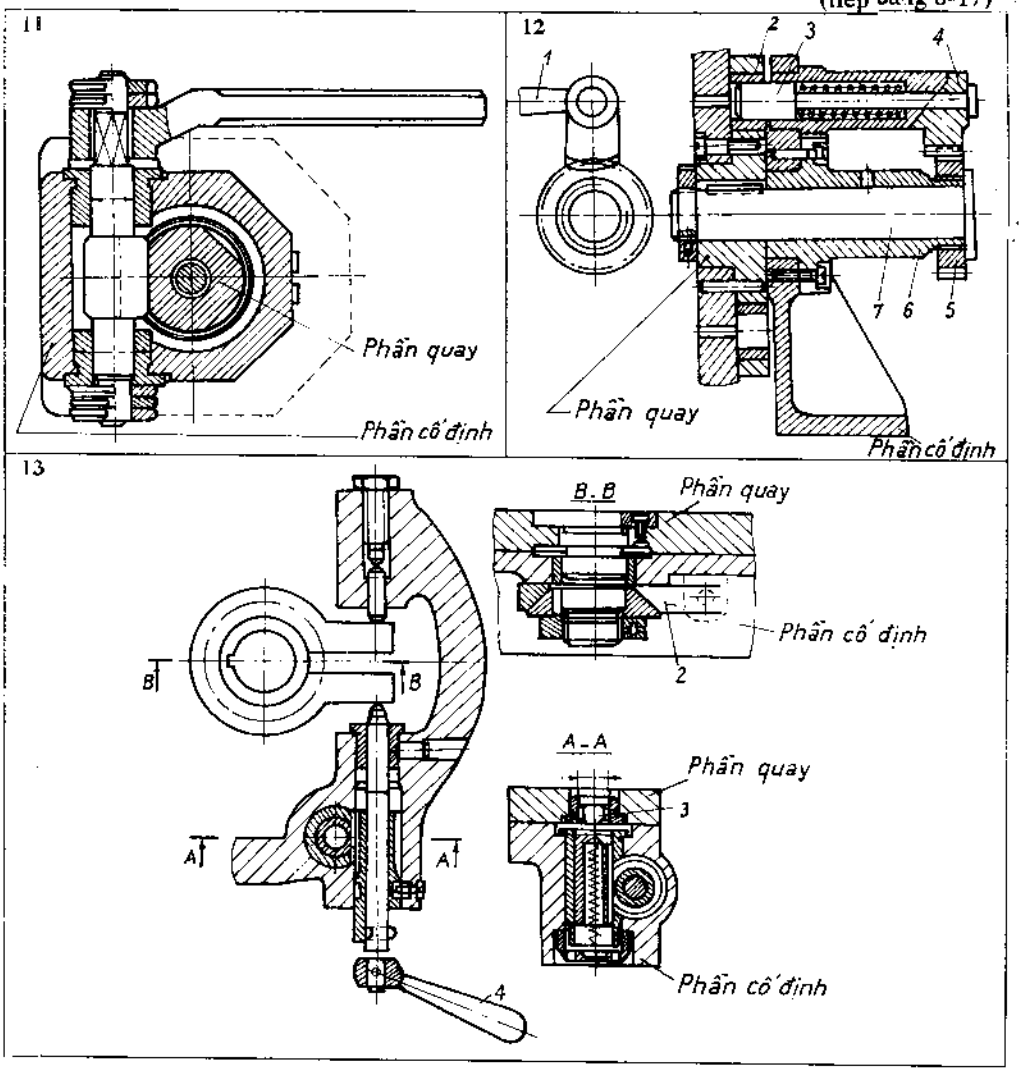


9



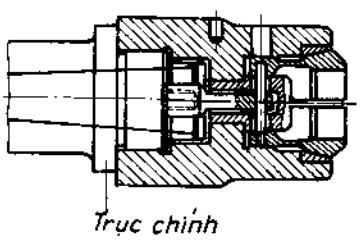
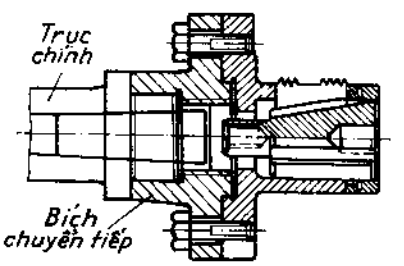
10



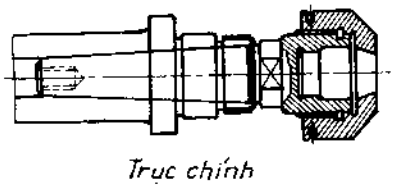
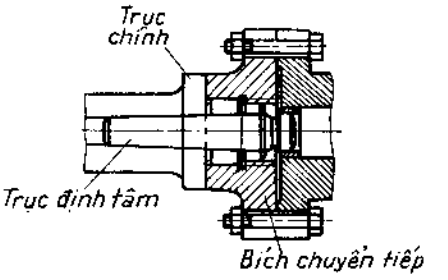


* Cơ cấu định vị đồ gá trên máy.

Bảng 8-18. *Định vị đồ gá và trục gá trên máy tiện.*

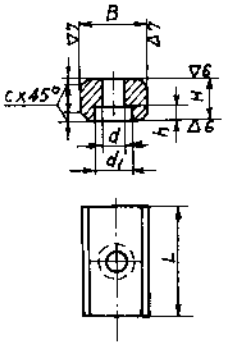
Định vị và kẹp chặt trực tiếp trên trục chính.	Định vị và định tâm qua các bích chuyển tiếp.
	

(tiếp bảng 8-18)

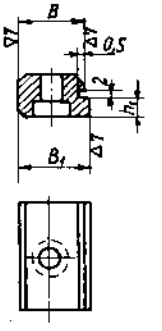
Định vị và định tâm bằng lỗ côn trục chính.	Định vị qua các bích chuyển tiếp và trục định tâm.
	

Bảng 8-19. *đồ định vị đồ gá trên rãnh chữ t của bàn máy.*

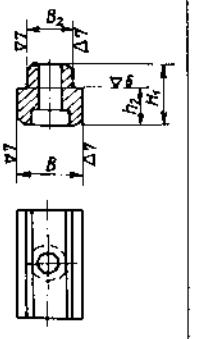
KIỂU I



KIỂU II



KIỂU III



Kích thước (mm)

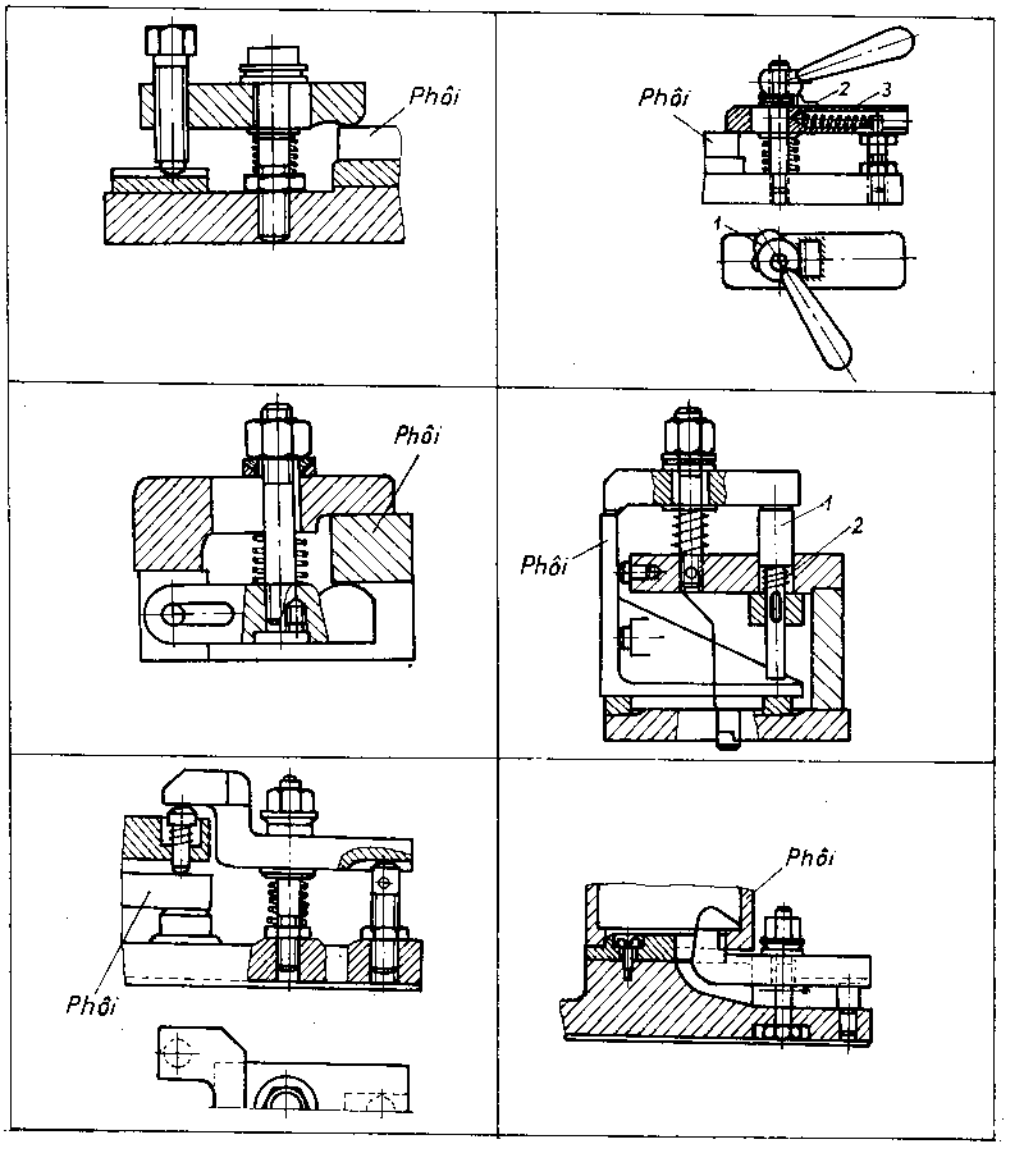
B (h6)	B_1*	B_2 (h6)	H I	H II	H_1	L	d	d_1	h	h_1	h_2	c
10	$10^{+0,3}_{+0,5}$	8	8	8	8	16	3,4	6	2,0		5	
12	$12^{+0,3}_{+0,5}$	10	8	9	10	20	4,5	8	2,8	3	6	0,6
14	$14^{+0,3}_{+0,5}$	10	9	9	12	25	5,5	10	3,5		8	
18	$18^{+0,3}_{+0,5}$	12	11	11	16	30	6,6	11	4,0	5	10	
22	$22^{+0,7}_{+1,0}$	14	14	14	20	40				7	13	1,0
28	$28^{+0,7}_{+1,0}$	18	16	16	22	50	11	17	6,0	8	14	
36	$36^{+0,7}_{+1,0}$	22	20	20	28	60	13	19	7,0	9	16	
42	$42^{+0,7}_{+1,0}$	24	24	24	30	70				11	18	
48	$48^{+0,7}_{+1,0}$	30	28	28	34	80	17	26	9,0	13	20	1,6
54	$54^{+0,7}_{+1,0}$	32	32	32	38	90				15	22	

Vật liệu: thép 40X, độ cứng HRC 40 - 45. * Kích thước B_1 cho để chỉnh rãnh bàn máy

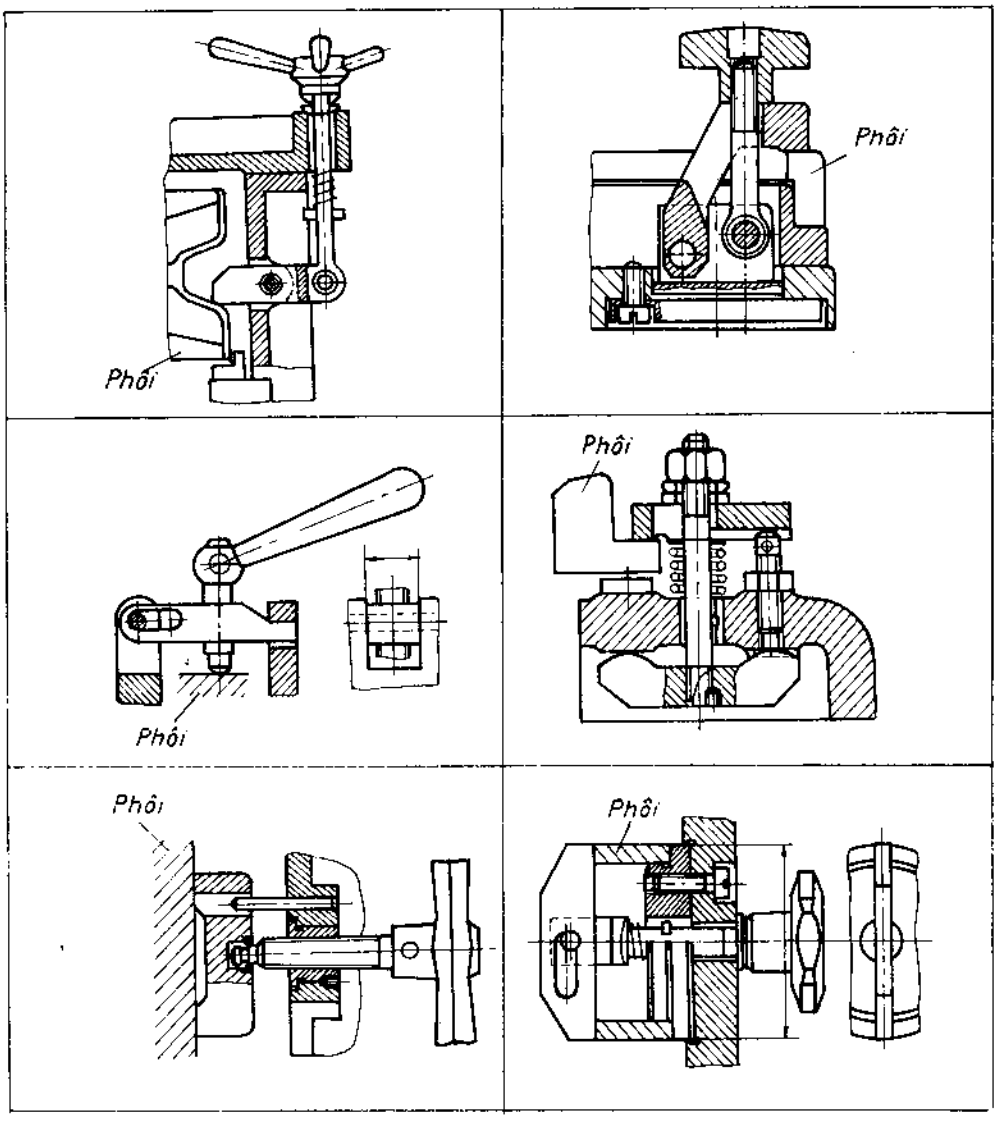
4. Cơ cấu kẹp và các phương pháp tính.

a) Một số cơ cấu kẹp thông dụng.

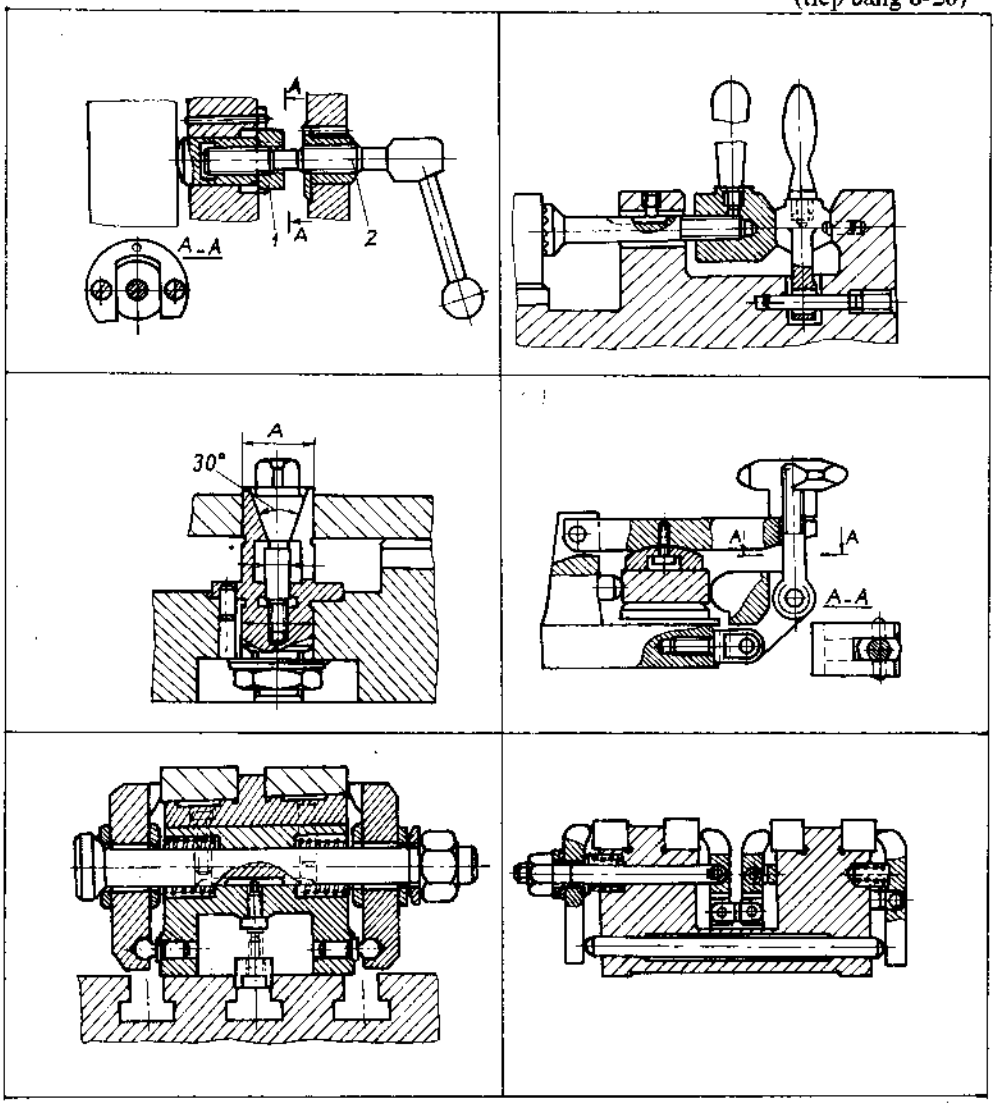
Bảng 8-20. *Cơ cấu kẹp bằng ren.*



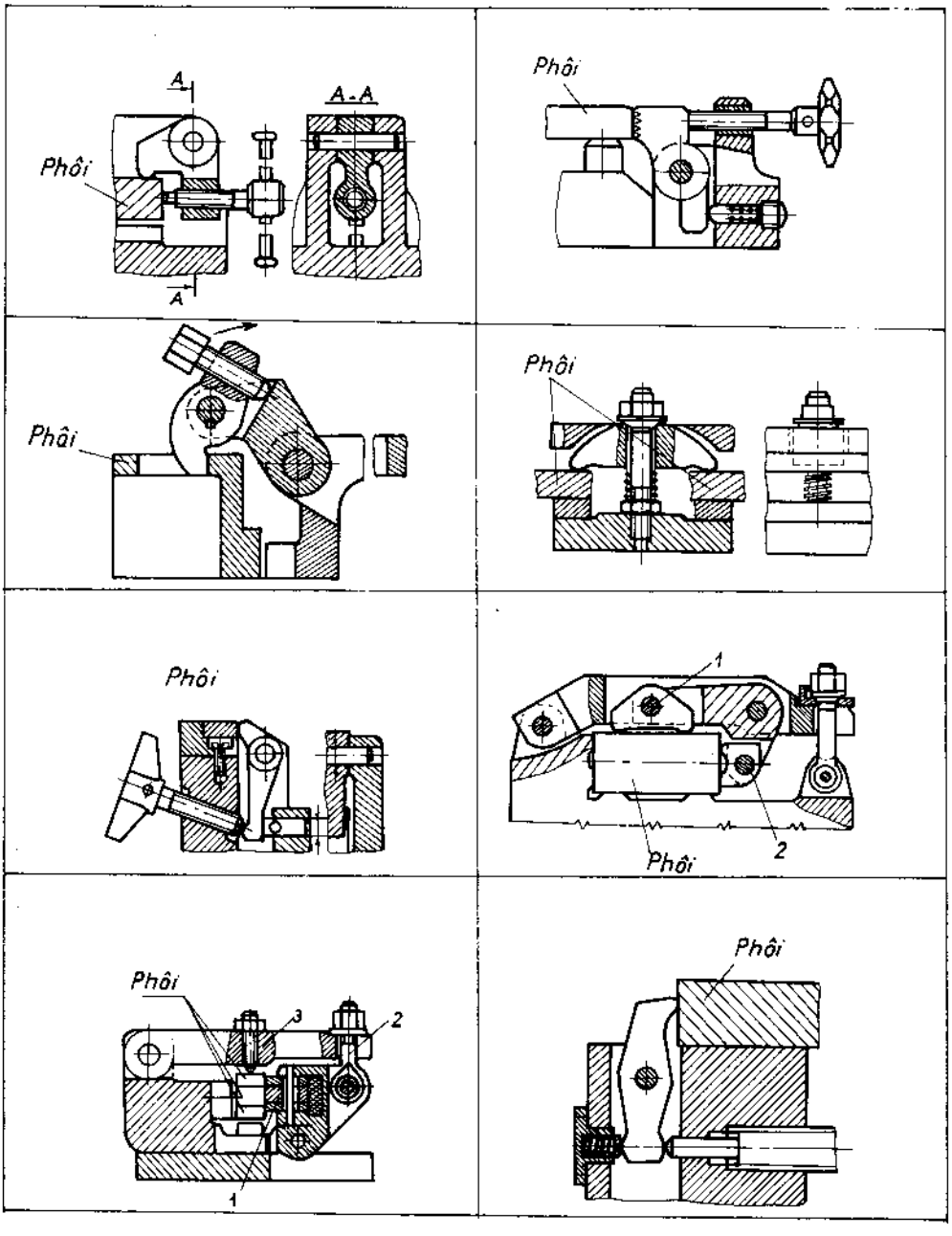
(tiếp bảng 8-20)



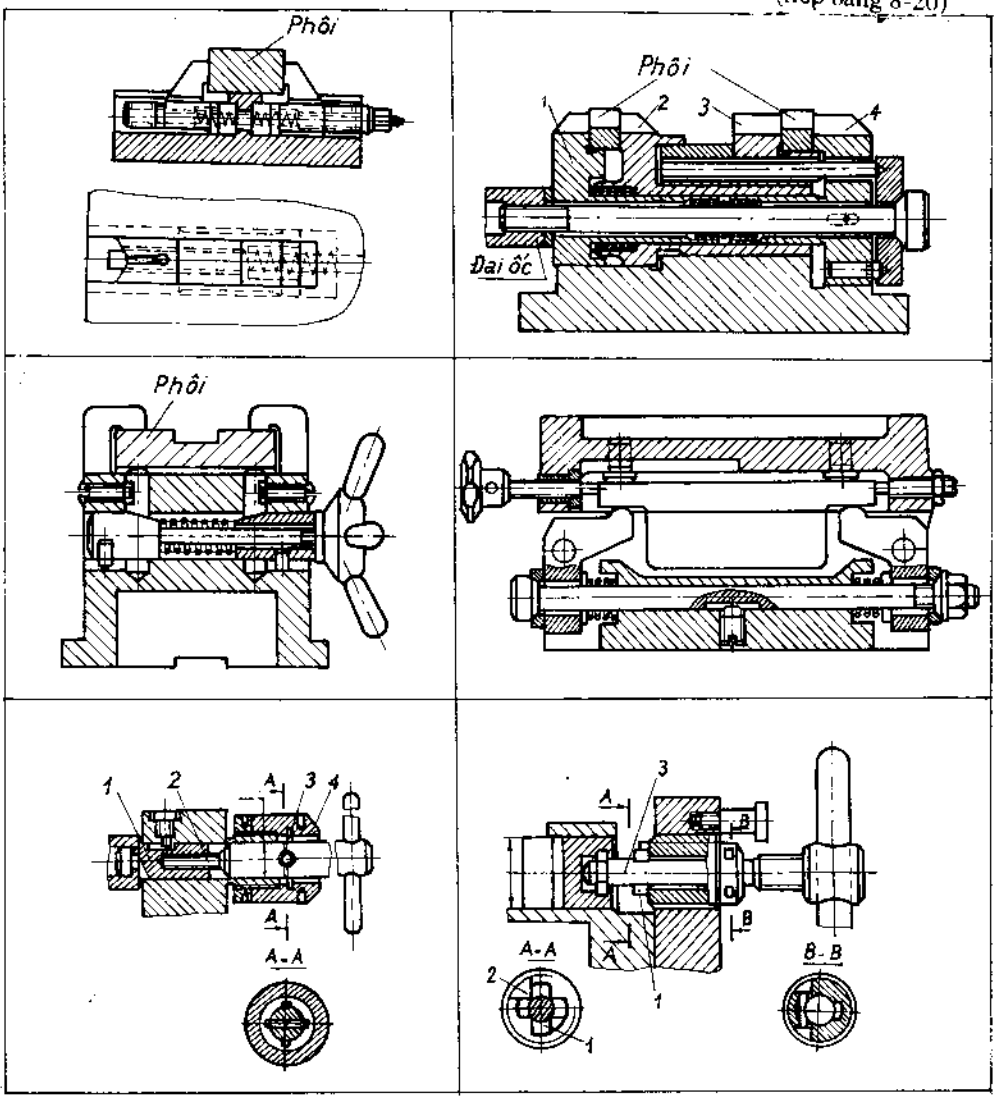
(tiếp bảng 8-20)

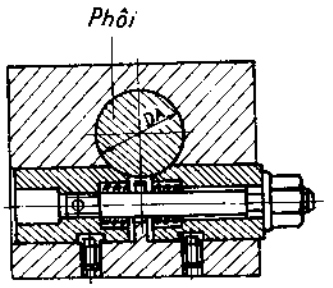


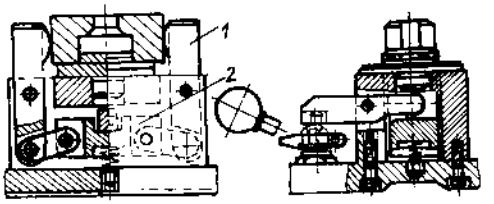
(tiếp bảng 8-20)

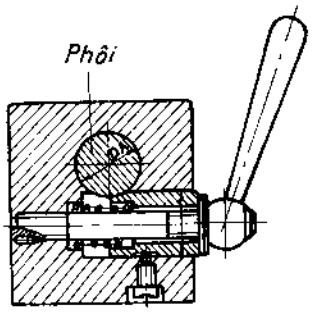


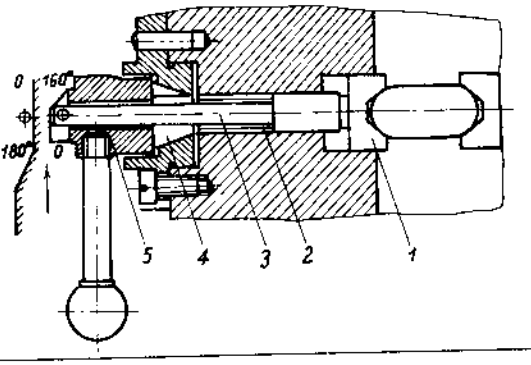
(tiếp bảng 8-20)

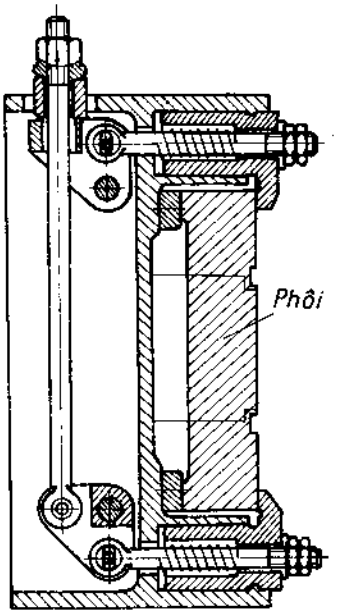


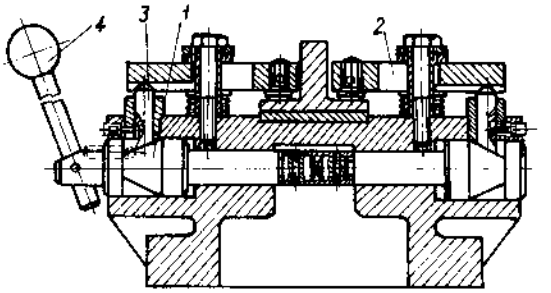

Phôi


1
2

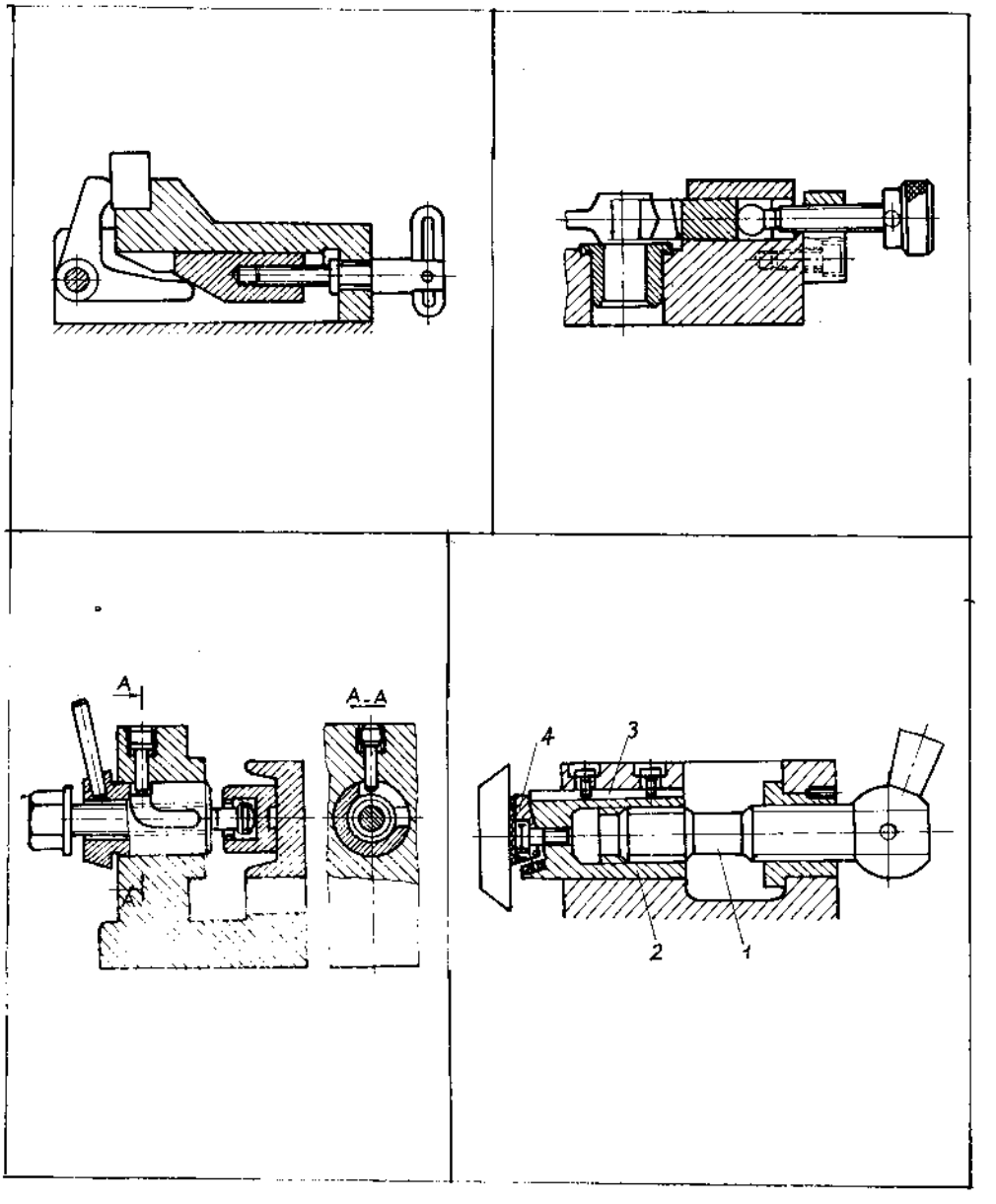

Phôi


0
160°
180°
0
5
4
3
2
1

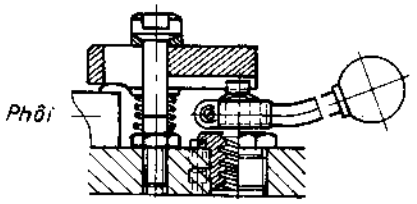

Phôi

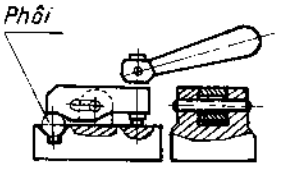

4
3
1
2

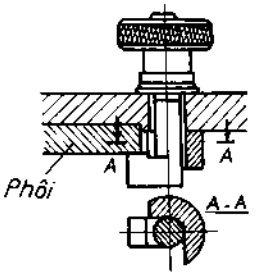
(tiếp bảng 8-20)

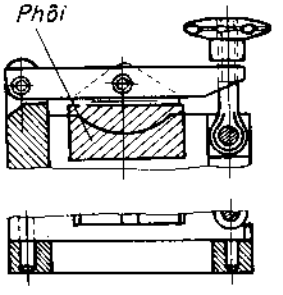


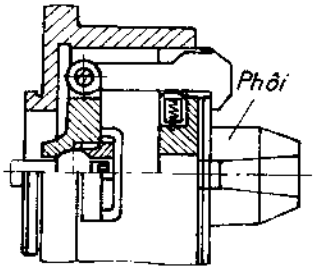
(tiếp bảng 8-20)

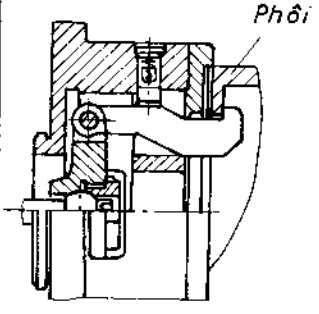




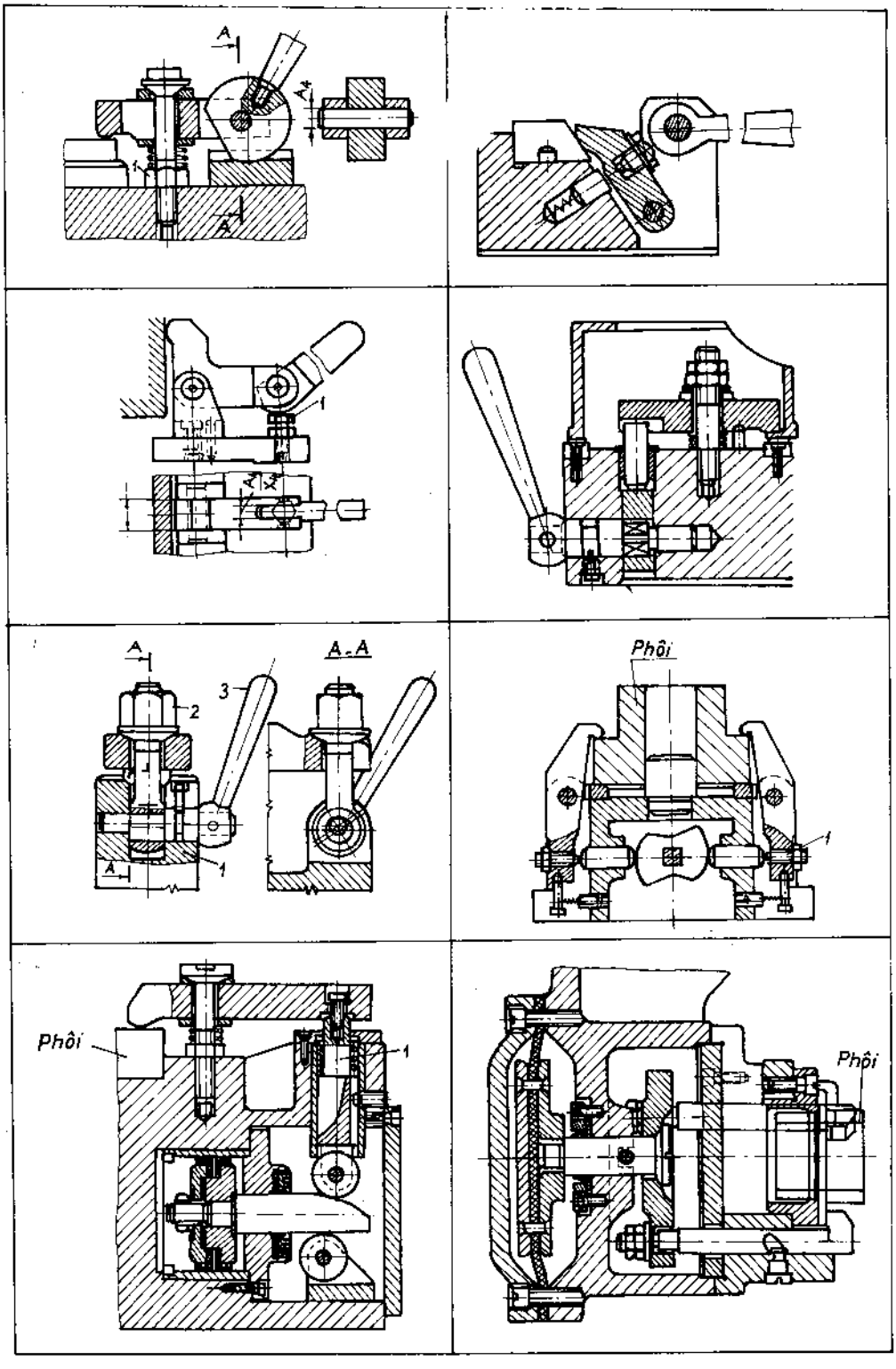


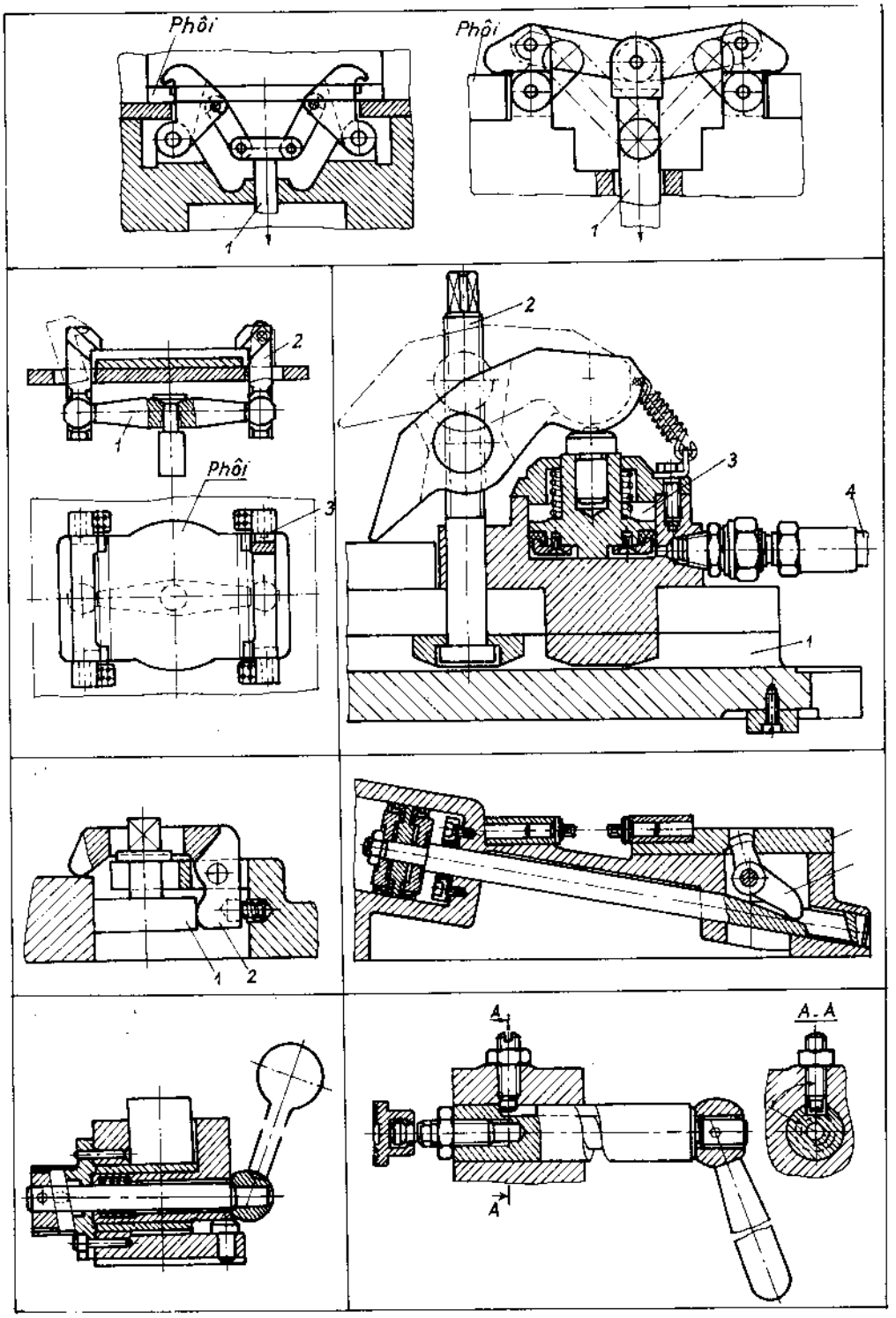




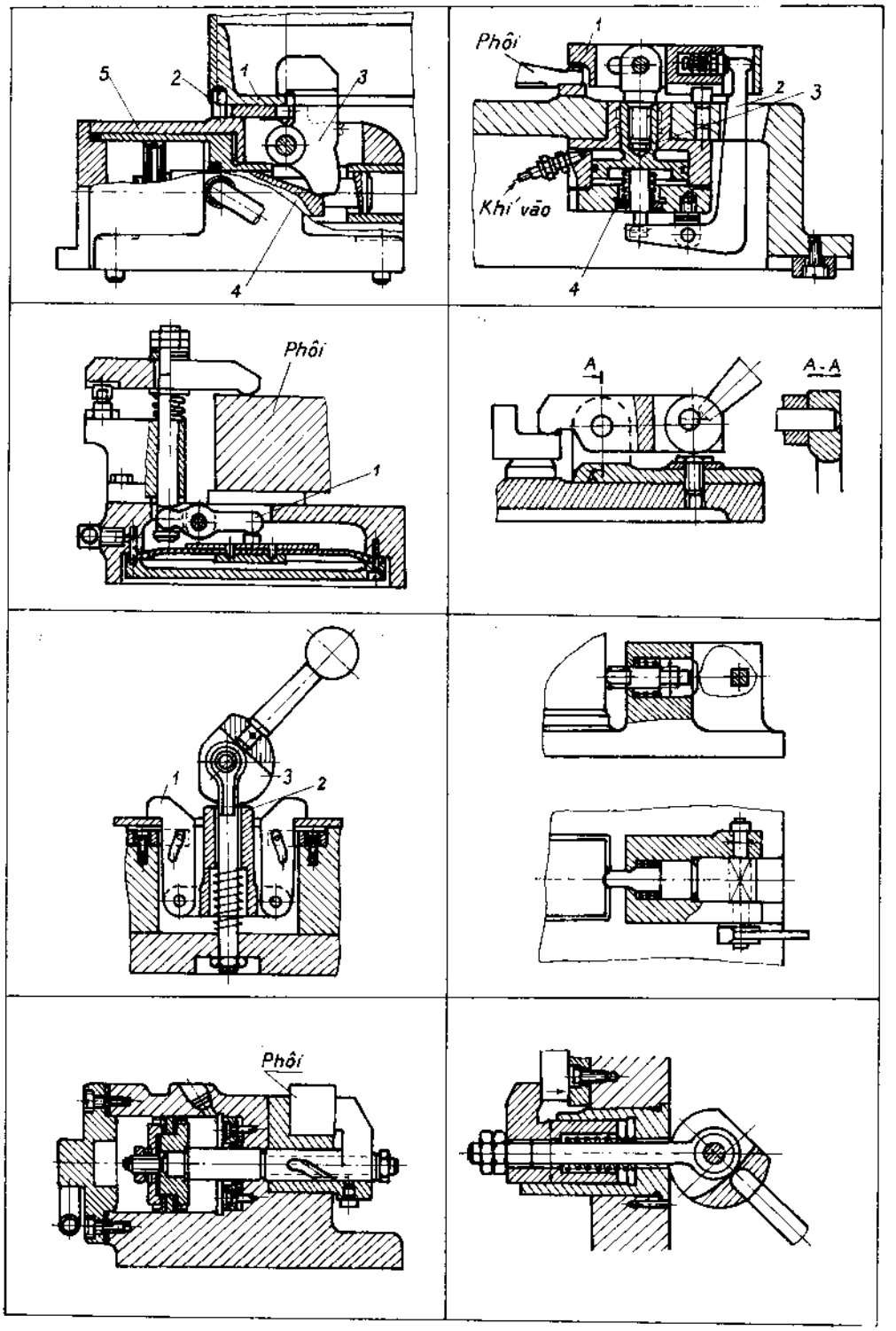


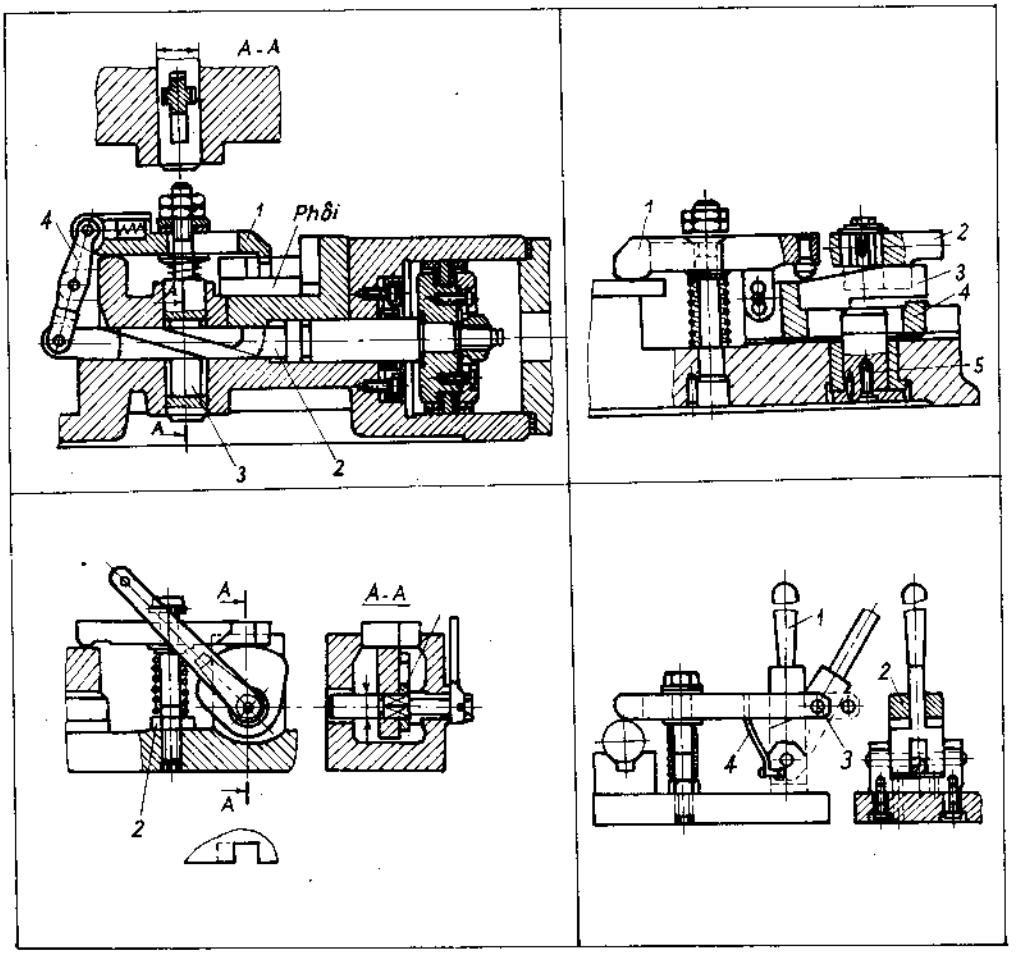
Bảng 8-21. *Cơ cấu kẹp lệc tâm.*




Phôi
1
Phôi
1
2
1
Phôi
3
2
3
4
1
1
2
A
A
A-A

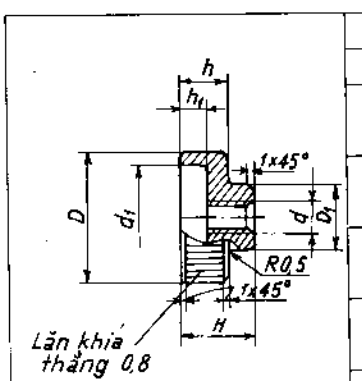
(tiếp bảng 8-21)





b) Một số chi tiết kẹp chặt thông thường.

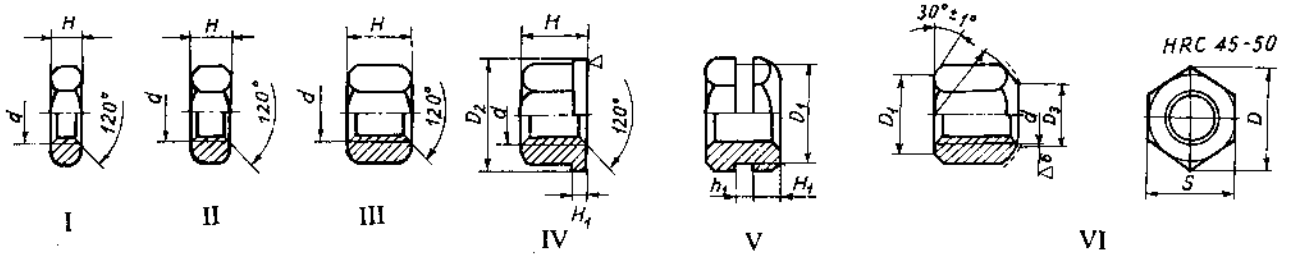
Bảng 8-22. *mũ ốc lăn nhám.*



d, (cấp 8)	D	D_1	H	h	h_1	d_1
Kích thước, mm						
M5	20	10	12 / 16	8	5	15
M6	25	12	14 / 20	10	6	18
M8	32	16	13 / 25	12	7	26
M10	36	20	20 / 30	14	8	30
M12	40	24	25 / 36	16	10	32

Vật liệu: thép C45 ; độ cứng HRC 30 ÷ 35

Bảng 8-23. *Mũ ốc sáu cạnh.*



Kích thước, mm

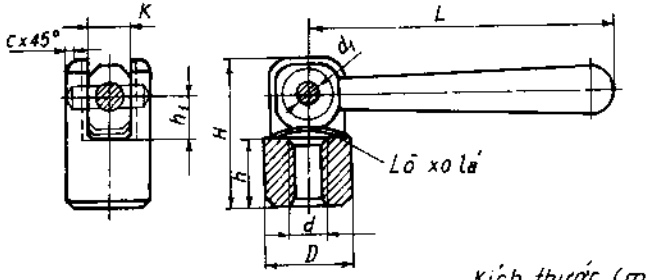
d_3	S	D	$D_1 \approx$	D_2	D_3	r	h_1	H					H_1
								I	II	III	IV; V; VI		V
M6	10	11,5		14	7,0	9,0	3	4	5	7,5	9	2	2,5
M8	14	16,2		18	9,0	12,0	3	5	6	9	12	2	3,5
M10	17	19,6		22	11,0	15,0	4	6	8	12	15	3	4,0
M12	19	21,9		25	14,0	18,0	5	7	10	15	18	3	5,5
M16	24	27,7	0,95 S	30	18,0	22,0	6	8	13	19	24	4	6,0
M20	30	34,6		38	22,0	27,0	6	9	16	32	30	5	6,5
M24	36	41,6		45	26,0	32,0	7	10	19	38	36	5	6,5
M30	46	53,1		58	32,0	40,0	8	12	24	48	45	6	9,0

Vật liệu: Với loại I; II; III — thép C35 và C45.

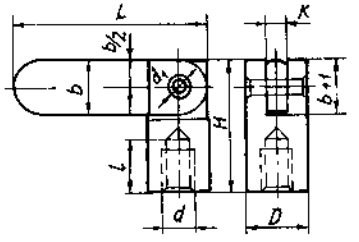
Với loại IV; V; VI — thép 40 Cr; độ cứng 33 ÷ 38

Bảng 8-24. *Kích thước mũ ốc có tay vặn.*

I



II



Kích thước (mm)

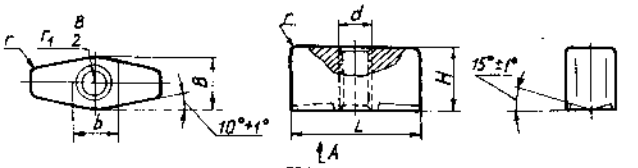
d	D		H		L		h	h_1 (±1)	L	d_1 (danh nghĩa)	b	K (H8/f9)		C
	I	II	I	II	I	II			II		II	I	II	I
M6	16	12	28	35	63	60	12	8,6	15	5	12	8	4	2
M8	18	16	32	45		80	16		20		14			
M0	20	20	40	50	80	100	20	10,6	25	6	18	10	6	3
M12	25	24	50	55	100	120	25	13,3	30	8	22	12		
M16	32	24	60	70	125	120	28	16,5	40	10	25	16	8	4
M20	40	-	70	-	160	-	32	21,5	-	12	-	20	-	

Vật liệu: Mũ ốc: thép C45; HRC 30 ÷ 35

Tay quay: thép C45; HRC 35 ÷ 40

Lò xo: thép CD70A; HRC 50 ÷ 55; thép lò xo.

Bảng 8-25. *Mũ ốc định hình*



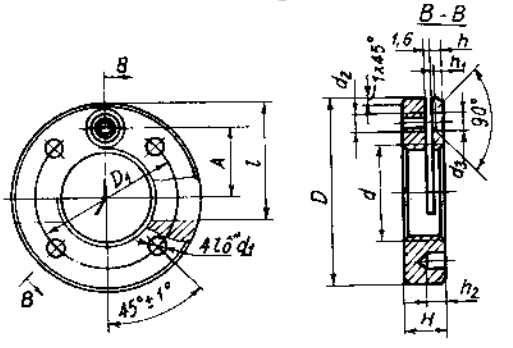
Kích thước, mm

d	B	H	L	b	r	d	B	H	L	b	r
M5	10	10	25	6	1,6	M10	16	20	40	12	2,5
M6	12	12	30	8		M12	18	25	50	14	
M8	14	16	36	10		M16	22	32	60	18	

Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 30 ÷ 35

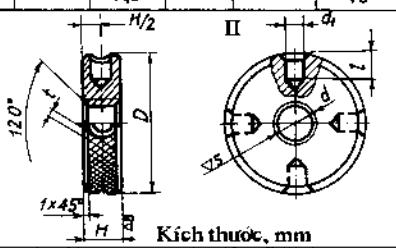
Bảng 8-26. *Đai ốc hãm.*

I



Kích thước, mm

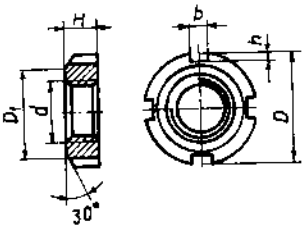
d	D	D_1	H	d_1	d_2	d_3	A	l	h	h_1	h_2
M20 × 1,5	40	27	10	3,5	M4	5	15	24	2,5	1,7	4
M24 × 1,5	45	34		4,0			17	28			5
M30 × 1,5	52	38	12	4,5	M5	6	20	32	3,0	2,2	6
M36 × 1,5	60	48					24	36			
M42 × 1,5	65	56		5,5			27	40			7
M48 × 1,5	75	64					30	45			
M56 × 2	85	72	16	6,5	M6	7	35	50	4,0	2,5	8
M64 × 2	95	80		7,5			40	58			



Kích thước, mm

d	D	H	d_1	l	t
M6	16	5	2,4	3,4	8
M8	21	6,5	3,2	4,5	
M10	26	8,0	3,8	5,5	
M12	30	9,5	4,5	6,5	1,0
M16	38	12	5,0	7,5	
M20	45	14	6,0	8,5	

III



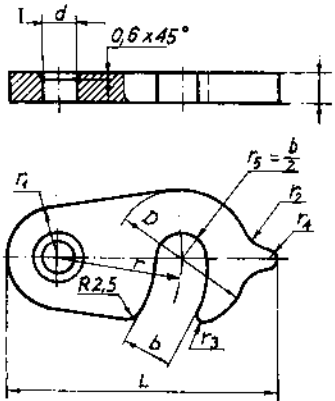
Kích thước, mm

d	D	D_1	H	b	h	d	D	D_1	H	b	h
M12 × 1,25	26	16	10	5	3	M48 × 1,5	72	60	12	8	5
M14 × 1,5	30	16				M52 × 1,5	78	66			
M16 × 1,5	32	24				M56 × 1,5	85	70	15		
M18 × 1,5	34	24				M60 × 1,5	90	75			
M20 × 1,5	36	26				M64 × 1,5	95	80			
M22 × 1,5	40	30				M68 × 1,5	100	85		9	6
M24 × 1,5	42	32				M72 × 1,5	105	90			
M27 × 1,5	45	35	12			M76 × 1,5	110	95			
M30 × 1,5	48	38		6	4	M80 × 1,5	115	100			
M33 × 1,5	52	42				M85 × 1,5	120	105			
M36 × 1,5	55	45				M90 × 1,5	130	115			
M39 × 1,5	58	48				M95 × 1,5	135	118		10	7
M42 × 1,5	62	52				M100 × 1,5	145	120			
M45 × 1,5	68	56		8	5						

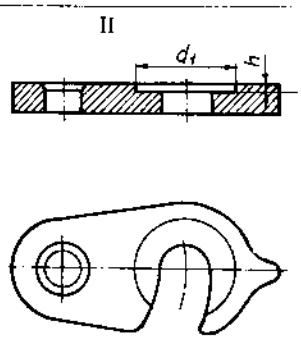
Vật liệu cho tất cả các loại: thép C35; C45; độ cứng HRC 30 ÷ 35.

Bảng 8-27. *Đệm lật.*

I



II



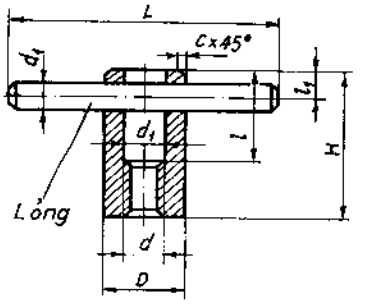
Kích thước, mm

M	r	H	L	b	d	d_1	h	r	r_1	r_2	r_4	r_5
5	16	4	36	6	5	12	0,6	16	6	8	1,6	2,0
6	20	5	45	8	6	16	0,8	20	8			
8	25	6	56	10	8	20	1,0	25	10	10	2,0	2,5
10	28	7	63	12		24	1,0	28				
12	32	8	72	14	10	28	1,6	32	13			
16	40	10	85	18		32	1,6	40				
20	50		105	22	12	42	2,0	50	15	12	3,0	4,0
24	55	12	115	26		50		55				
30	60	16	135	32	16	63		60	18	16		6,0
36	70		155	38		72	2,5	70				

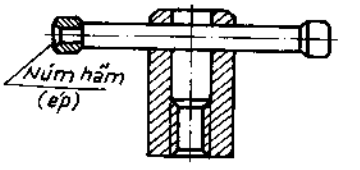
M - vít kẹp chặt; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

Bảng 8-28. *Tay quay cố định và tay quay di động*

Tay quay cố định



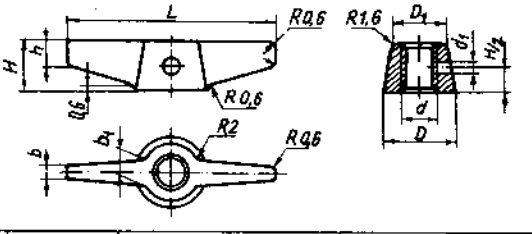
Tay quay di động



d	H	D	d_1 (cấp 8÷10)	L	l	l_1	c
M6	28	16	5	50	18	5	1,0
M8	32	18	6	60	20	6	
M10	40	20	8	80	25	8	
M12	50	24	10	100	32	10	1,6
M16	60	30	12	120 / 125	36	12	
M20	70	34	16	160	40	14	
M24	80	40			45		

Vật liệu: thép C 45; Độ cứng HRC = 30 - 35.

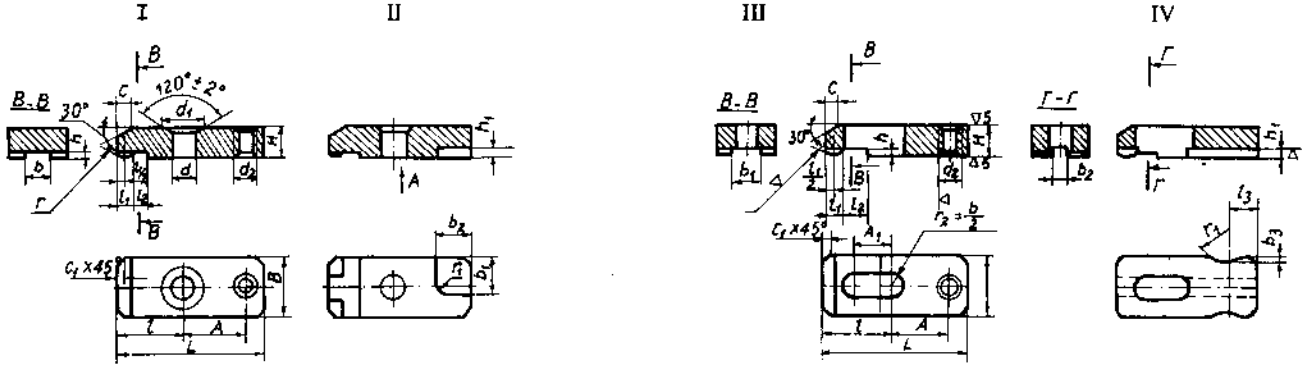
Bảng 8-29. *Tai hồng*



d (cấp 3)	L	D	D_1	H	h	d_1	b	b_1
M5	30	10	8	6	4	1,5	2,0	4
M6	36	12	10	8	6	1,9		
M8	45	16	14	10		2,9	2,5	5
M10	55	20	16	12	8		3,0	6
M12	70	24	20	14		3,9	4,0	8

Vật liệu: thép C35; HRC = 30÷35

Bảng 8-30. *Thanh kẹp quay và thanh kẹp trượt.*



Kích thước, mm

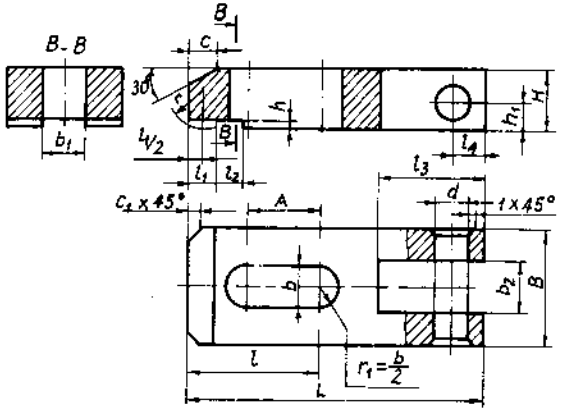
M	L	B	H	b I;II	b III; IV	b_1 II	b_1 III	b_2 II	b_2 IV	b_3	h	h_1	l	$A^{\pm 0,5}$ I;III	d	d_1	d_2	l_1	l_2	c	c_1	r	r_1 II	r_1 IV
6	40	18	8	8	7	12	8	12	6	2,5	1,6	2,5	18	16	7	11	M6	6	6	4	2	10	6	12,5
	50	20	10			13		13					22	22										
	63												28	28										
8	50	22		10	10	15	10	15	8			3,0	22	22	10	16	M8						8	16
	63	25	12			16		16					28	28						6	3			
	80												36	36										
10	63	28		12	12	18	12	18	10			4,0	28	28	12	20		8	8	8			10	
	80	32	16			20		20					36	36										
	100												45	45										

(tiếp bảng 8-30)

M	L	B	H	b		b_1		b_2		b_3	h	h_1	l	$A^{\pm 0,5}$	d	d_1	d_2	l_1	l_2	c	c_1	r	r_1	
				I;II	III; IV	II	III	II	IV					I;III									II	IV
12	80	36	16	16	14	23	16	23	12	2,5	1,6	5,0	36	36	15	22	M12	8	8	8	3	10	10	16
	100	40	20			25		25		4,0	2,0		45	45				10		10	4	16		20
	125												56	56										
16	100	45		20	18	30	20	30	14				45	45	19	28		12	10	12			16	
	125	50	25			32		32					56	56										
	160												70	75										
20	125	56		25	22	36	25	36	18			6,0	56	56	24	33	M16	16				20		25
	160	63	32			40		40			2,5		70	75			Thang 16 × 4							
	200												90	95										
24	160	70		32	26	45	32	45	22			8,0	70	75	28	41	M20	20	16	16	5	25	25	
	200	80	40			50		50		6,0			90	90			Thang 20 × 4							
	250												115	115										

M - đường kính trụ ren; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45

Bảng 8-31. *Thanh kẹp khớp nối di động.*

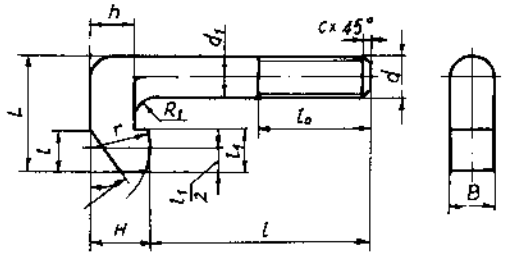


Kích thước, mm

M	L	B	H	A	b	b_1	b_2(H9)	d(H7)	l	l_1	l_2	l_3	l_4	h	h_1	c	c_1	r
8	70	25	16	16	10	10	14	10	28	6	6	28	8	1,6	7	6	3	10
10	80	32		20	12	12			36	8	8					8		
12	100	40	20	25	14	16	16	12	45	10		32	10	2,0	9	10	4	16
16	125	50	25	32	18	20	18		56	12	10	40	12		11	12		
20	160	63	32	40	22	25	22	16	70	16		50	16	2,5	14	16		20

M - đường kính trụ có ren; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45

Bảng 8-32. *Vít kẹp hình thước thợ.*

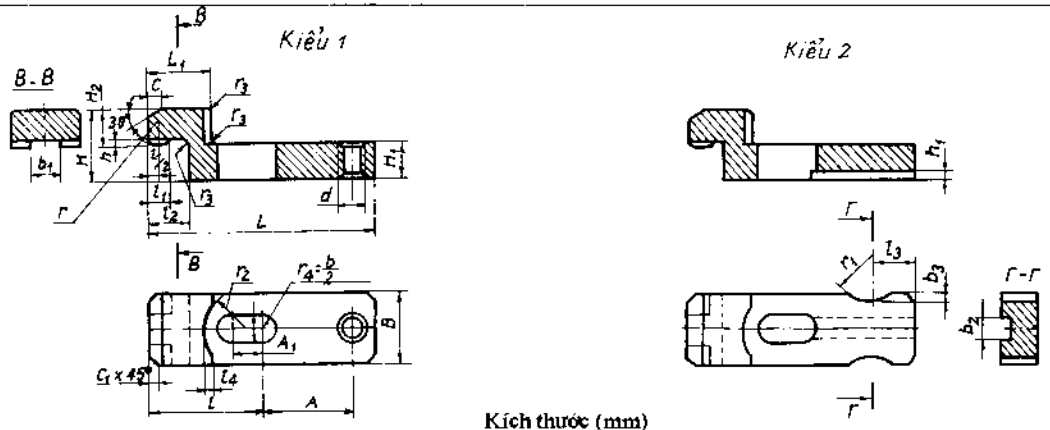


Kích thước, mm

d Cấp 8	L	H	B	d_1	h	l_0	l_1	r	c	Khi l											
										25	32	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140
M6	16	8	6	6	6	20	6	10	6	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ							
M8	20	10	8	8	8	25			8		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ					
M10	25	12	10	10	10	30	8		10			Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ			
M12	32	16	12	12	14	40	10	16	12				Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
M16	40	20	16	16	18	50	12		14					Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
M20	50	25	20	20	22	50;60	16	20	16						Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ
M24	60	28	24	24	25	60;70	20	25	20							Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 33 ÷ 38

Bảng 8-33. *Thanh kẹp định hình di trượt.*



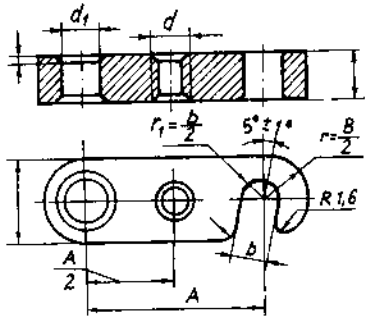
Kích thước (mm)

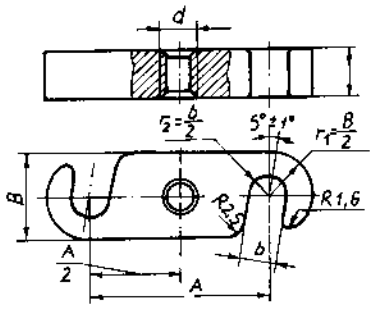
M	L	B	H	H_1	H_2	h	h_1	L_1	A(±0,5)	A_1	b	b_1	b_2	b_3	d	l	l_1	l_2	l_3	l_4	c	c_1	r	r_1	r_2	r_3
8	80	25	25	12	10	1,6	3,0	22	32	12	10	10	8	2,5	M8	40	6	12	16	4	6	3	10	16	12,5	1,6
10	100	32	32	16	14		4,0	28	40	16	12	12	10			50	8	16		6	8				16,0	2,5
12	125	40	40	20	16	2,0	5,0	36	50	20	14	16	12	4	M10	63	10	20	20	8	10	4	16	20		
16	160	50	50	25	20			45	67	32	18	20	14		M12	80	12	25		14	12				20,0	4,0
20	200	63	63	32	28	2,5	6,0	56	85	36	22	25	18		M16	100	16	32	25	16		5	20	25	25,0	
24	250	80	80	40	32		8,0	70	110	40	26	32	22	6	T16×4	120	20	40	32	20	16		25		31,5	
30	280	90	100		40		10	80	120	50	32	40	28		M20	140				25	20	6			40,0	6,0
															T20×4											
															M30											
															T26×5											

M- đường kính trụ có ren; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40–45.

T- ren thang.

Bảng 8-34. *Tấm kẹp có thể lật và tháo được.*





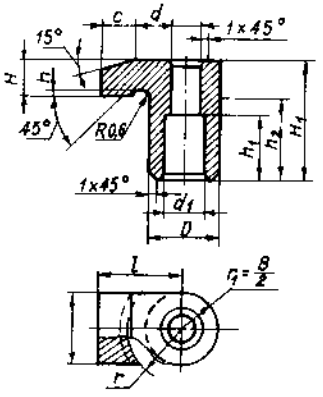
Kích thước, mm

d	d_1	B	H	b	Khi l										
					25	32	40	50	60	70	80	90	100	110	125
M5	5	16	6	6	Δ	Δ	Δ								
M6	6	18	8	8		Δ	Δ	Δ							
M8	8	20	10	10			Δ	Δ	Δ	Δ					
M10	10	25	12	12				Δ	Δ	Δ	Δ	Δ			
M12	12	28	16	14					Δ	Δ	Δ	Δ	Δ		
M16	16	32	20	18							Δ	Δ	Δ	Δ	Δ

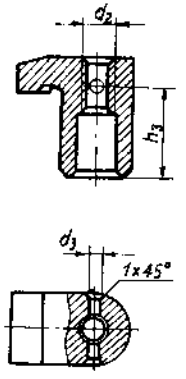
Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 30 ÷ 35

Bảng 8-35. *Thanh kẹp dạng thước thợ "Г".*

Loại I



Loại II



Kích thước, mm

M	L	D	B	H	H_1	d	d_1	d_2	d_3	h	h_1	h_2	h_3	r	c
6	18 ; 22	16	16	8 ; 10	28 ; 36	6,6	10	M6	1,9	1,0	16 ; 22	19 ; 25	18 ; 24	14 ; 18	8 ; 12
8	22 ; 28	20	20	10 ; 12	36 ; 45	9,0	14	M8	2,9		20 ; 28	25 ; 32	24 ; 32	18 ; 24	10 ; 14
10	28 ; 36	25	25	14 ; 16	45 ; 55	11,0	16	M10			25 ; 35	30 ; 38	30 ; 40	24 ; 30	12 ; 16
12	36 ; 45	32	32	16 ; 20	55 ; 70	13,0	20	M12	3,9		30 ; 45	38 ; 48	36 ; 50	28 ; 36	16 ; 18
16	45 ; 55	36	36	22 ; 25	70 ; 90	17,0	25	M16	4,9	1,6	40 ; 60	46 ; 63	50 ; 70	36 ; 45	20 ; 25
20	55 ; 65	40	40	28 ; 32	85 ; 100	22,0	30	M20	5,8		45 ; 60	50 ; 66	55 ; 70	40 ; 50	25 ; 30
24	65 ; 75	50	50	32 ; 36	100 ; 120	26,0	36	M24		2,5	50 ; 70	66 ; 82	65 ; 85	50 ; 60	30 ; 35

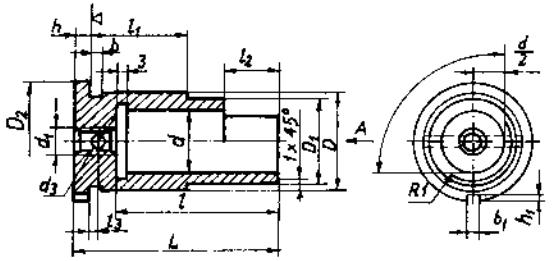
M - vít kẹp chặt

Vật liệu: loại I thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

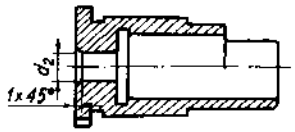
loại II thép 20Cr; thấm than, độ cứng HRC 50 ÷ 55.

Bảng 8-36. *Cốc kẹp hình thước thợ " Γ ".*

Loại I



Loại II

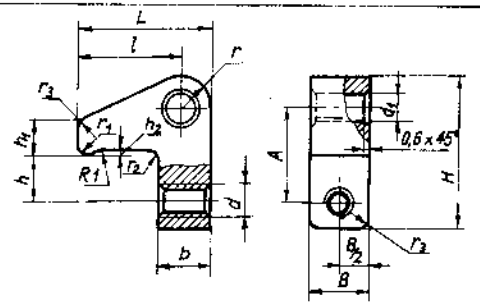


Kích thước, mm

Loại	d	l	L	D	D_1	D_2	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	b	b_1	h	h_1
1	16	30	40	22	21,5	23	M6	6,6	1,9	22	12	2	3	4	3	2,5
2		38	48								14					
1	20	38	50	28	27,5	36	M8	9,0	2,9	28	14	3			4	3,5
2		48	60								16					
1	25	48	63	36	35,5	45	M10	11,0	2,9	36	18				5	
2		50	75								20					
1	32	60	78	45	44,5	55	M12	13,0	3,9	45	22			5	6	4,0
2		75	92								26					
1	36	75	95	50	49,0	60	M16	17,0	4,9	50	28					4,5
2		95	115								32					
1	40	90	115	55	54,0	70	M20	22,0	5,8	60	34	5	5	6	8	5,8
2		105	135								38					
1	50	105	140	70	69,0	85	M24	26,0	5,8	80	38					
2		125	160								42					

Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 30 ÷ 35.

Bảng 8-37. *Đòn kẹp khớp quay hai hướng.*



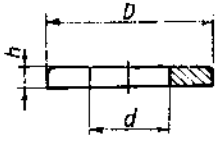
Kích thước, mm

d	h	l	A	L	H	B	d_1	b	h_1	h_2	r	r_1	$r_2 = r_3$
M4	6	14	12	19	22	8	4	8	5	1,0	5	2,5	1,6
M5	8	18	16	24	28	10	5	10	6		6		
M6	10	22	20	29	34	12	6	12	8	1,6	7		
M8	12	28	25	36	40	16	8	14	10		8	4,0	2,5
M10	16	36	32	46	52	20	10	18	12	2,5	10		
M12	20	45	40	57	63		12	22	16		12		
M16	25	55	50	71	80	25	16	28	18	4,0	16	6,0	4,0
Thang 16 × 4													
M20	28	65	60	98	98	32	20	32	22		20		
Thang 20 × 4													

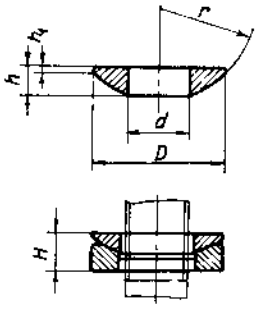
Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

Bảng 8-38. *Đệm phẳng, cầu và côn.*

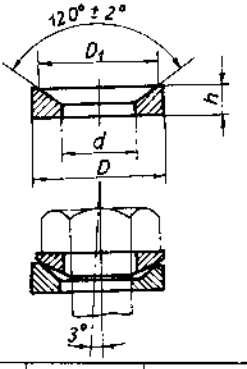
Loại I



Loại II



Loại III



Kích thước, mm

M	D		d			h			H	h_1	r	D_1
	I	II;III	I	II	III	I	II	III				
3	7,0	-	3,2	-	-	0,5	-	-	-	-	-	-
4	9,0	-	4,3	-	-	0,8	-	-	-	-	-	-
5	10,0	-	5,3	-	-	1,0	-	-	-	-	-	-
6	12,5	12	6,4	6,4	7,0	1,2	2,4	2,8	4,0		9	14
8	17,5	17	8,4	8,4	10,0	1,6	3,5	3,5	5,0	1,0	12	16
10	21,0	21	10,5	10,5	12,5	2,0	4,0	4,2	6,0		15	20
12	24,0	24	13,0	12,5	15	2,5	4,5	5,0	7,2	1,2	18	22
16	30,0	30	17,0	16,5	19	3,0	5,3	6,2	8,5		22	28
20	37,0	36	21,0	21,0	24	4,0	6,3	7,5	10,5	1,6	27	33
24	44,0	44	25,0	25,0	28	4,0	8,0	9,5	13,5	2,0	32	41
30	56,0	56	31,0	31,0	35	5,0	10,0	12,0	17,0	2,5	40	52

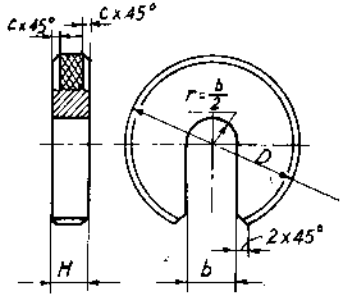
M - vít kẹp chặt

Vật liệu: loại I thép CT38; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

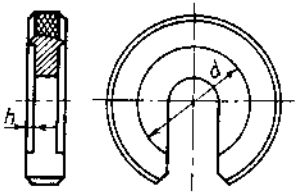
loại II và loại III thép 45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

Bảng 8-39. *Đệm tháo nhanh.*

Loại I



Loại II



Kích thước, mm

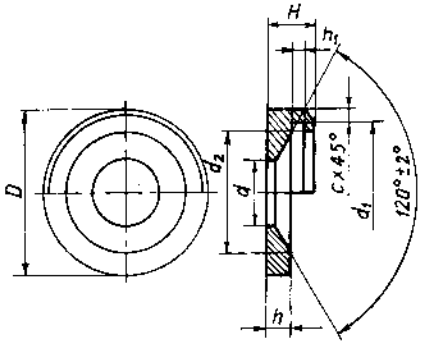
M	b	D	c	h	Chiều dầy H ứng với đường kính D													
					20	25	30	36	40	50	60	70	80	90	100	110	125	140
6	7	20	0,6	0,8	5	5	6	6										
8	9	25		1,0		6	6	7	7	7								
10	11	30					7	7	8	8	8							
12	13	36	1,0	1,6				8	8	8	10	10	10					
16	17	40							10	10	10	10	12	12	12			
20	22	50		2,0						10	10	10	12	12	12	14	14	
24	26	60									12	12	12	12	14	14	16	
30	32	80	1,6										14	14	14	16	16	18

M - vít kẹp chặt

Vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

Bảng 8-40. *Đệm treo và cam lệch tâm.*

ĐỆM TREO.

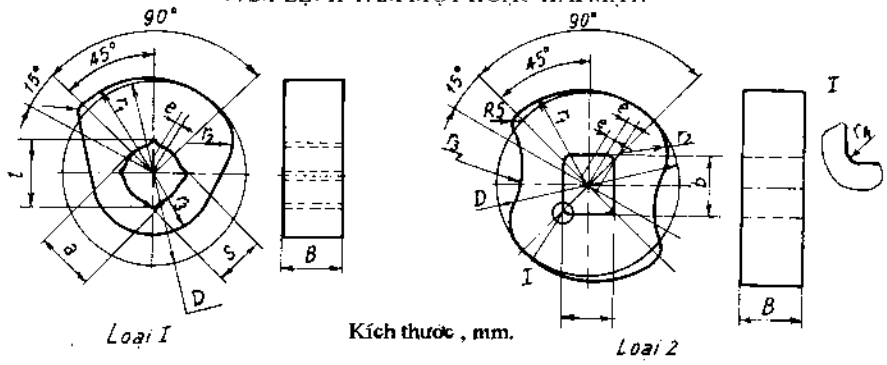


Kích thước, mm

M	D	H	d	d_1	d_2	h	h_1	c
6	19	6	6,6	15	12,0	2,5	2,0	0,6
8	22	7	9,0	18	14,5	3,0	2,5	
10	25	8	11,0	21	17,0		3,0	1,0
12	34	11	13,0	28	22,0	4,0	4,5	
16	40	12	17,0	34	28,0	4,5		
20	48	14	22,0	40	32,0	6,0	5,0	1,6
24	53	16	26,0	45	36,0	7,0	6,0	
30	65	18	33,0	56	48,0	8,0		2,0
36	78	22	39,0	67	56,0	10,0	8,0	

M - vít kẹp chặt; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

CAM LỆCH TÂM MỘT HOẶC HAI MẶT.



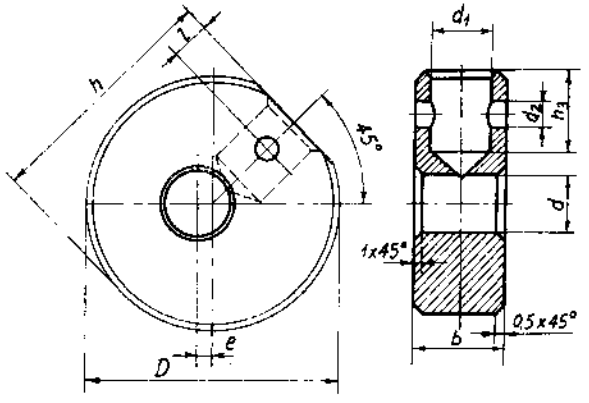
Kích thước , mm.

D	r_1	r_2	r_3	r_4	e	B	S	d	b	l*
50	25,8	12	16	0,5	2,5	14	14	16	16	19,2
60	30,9	16	20	0,5	3,0	18	17	19	20	23,1
80	41,2	20	25	0,8	4,0	22	19	21	22	26,0
100	51,5	25	32	0,8	5,0	26	24	26	28	32,7
120	61,8	25	32	1,0	6,0	25	24	26	28	32,7
140	72,1	32	40	1,0	7,0	28	27	30	32	36,7

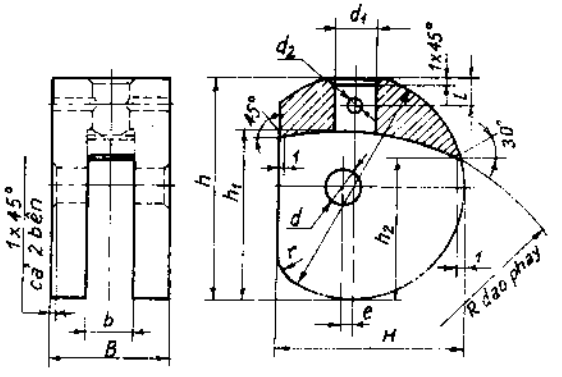
Vật liệu: thép 20X; thấm than, chiều sâu lớp thấm h = 0,5÷ 0,8; độ cứng HRC 55 ÷ 60.

Bảng 8-41. *Cam lệch tâm tròn.*

Loại I



Loại II



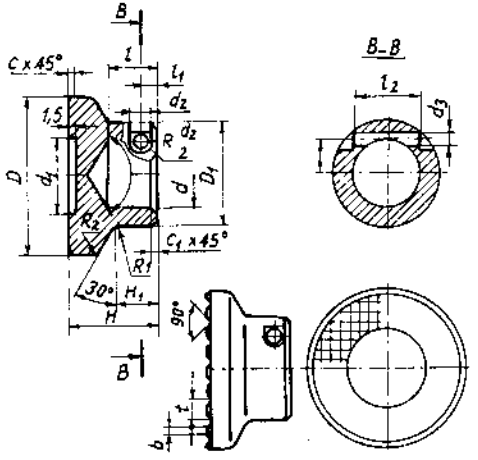
Kích thước, mm

D		b		e		d		d_1		B	h		h_1	H	h_2	d_2		h_3	l		r
I	II	I	II	I	II	I	II	I	II		I	II				I	II		I	II	
32	32	14	8	1,7	1,7	8	5	8	6	20	31,0	31,0	23	28	19	3	2	11	5	2	2
40	40	16	10	2,0	2,0	10	6	10	8	25	38,5	39,0	29	34	24	3	3	14	8	3	3
50	50	18	12	2,5	2,5	13	8	12	10	30	48,5	49,0	36	42	30	4	3	18	6	3	3
60	60	22	14	3,0	3,5	16	10	16	12	36	58,0	58,0	42	50	35	5	4	22	10	5	5
70	80	24	18	3,5	5,0	16	14	16	16	42	68,0	78,0	56	65	48	5	5	24	10	8	8
-	100	-	22	-	6,0	-	18	-	20	50	-	98,0	70	80	60	-	6	-	-	10	10

Vật liệu: loại I thép CT15 trở lên;

loại II thép 20Cr; thấm than, chiều sâu lớp thấm h = 0,5÷ 0,8; độ cứng HRC 55 ÷ 60.

Bảng 8-42. *Đầu kẹp vít nén.*



Kích thước , mm

M	D	D_1	H	H_1	d (H9)	d_1	d_2	d_3 (H7)	A	b	l	l_1	l_2	t	c	c_1
M8	25	16	12	6	8,5	12	4	2	4,2		7	3	10			
M10	32	20	16		10,5	16			5,2	1	9		12	3		1,0
M12	36	24	18	8	13,0	18	5	3	6,5		10	4	16		1,0	
M16	40	28	22		17,0	20			8,5		12		16			
M20	50	32	25	12	21,0	25	6	4	10,0	2	13		20	5		1,6

M - vít nén; vật liệu: thép C45; độ cứng HRC 40 ÷ 45.

c) Tính lực kẹp cần thiết và cơ cấu kẹp.

*** Phương pháp tính lực kẹp cần thiết.**

Việc tính toán lực kẹp được coi là gần đúng trong điều kiện phôi ở trạng thái cân bằng tĩnh dưới tác dụng của ngoại lực. Các ngoại lực bao gồm: lực kẹp, phản lực ở điểm tựa, lực ma sát ở các mặt tiếp xúc, lực cắt, trọng lực của chi tiết gia công v...v.

Giá trị lực kẹp lớn hay nhỏ tùy thuộc vào các ngoại lực tác dụng kể trên. Lực cắt và mômen cắt được xác định cụ thể theo phương pháp cắt, trong thực tế lực cắt không phải là hằng số. Ngoài ra có nhiều điều kiện khác không ổn định như bề mặt phôi không bằng phẳng, nguồn sinh lực tác dụng vào cơ cấu kẹp để sinh ra lực kẹp không ổn định v...v. Để tính đến các yếu tố gây nên sự không ổn định nói trên, khi tính lực kẹp người ta đưa thêm vào các hệ số:

K_0 - hệ số an toàn, trong mọi trường hợp $K_0 = 1,5 \div 2$.

K_1 - hệ số phụ thuộc vào lượng dư không đều:

Khi gia công thô $K_1 = 1,2$.

Khi gia công tinhh $K_1 = 1$.

K_2 - hệ số phụ thuộc độ mòn dao làm tăng lực cắt, $K_2 = 1 \div 1,9$.

K_3 - hệ số phụ thuộc vào lực cắt tăng vì cắt không liên tục.

K_4- hệ số phụ thuộc vào nguồn sinh lực không ổn định:

Khi kẹp chặt bằng tay $K_4 = 1,3$.

Khi kẹp chặt bằng khí nén hay dầu ép $K_4 = 1,0$.

K_5 - hệ số phụ thuộc vào sự thuận tiện vị trí tay quay của cơ cấu kẹp khi kẹp chặt bằng tay:

Góc quay < 90^0, $K_5 = 1,0$.

Góc quay > 90^0 $K_5 = 1,2$.

K_6 - hệ số phụ thuộc vào mômen làm lật phôi quanh điểm tựa:

Khi định vị trên các chốt tỳ: $K_6 = 1,0$.

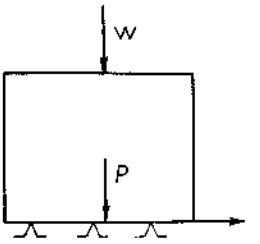
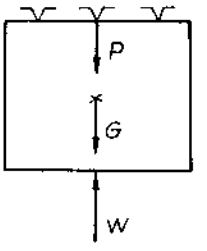
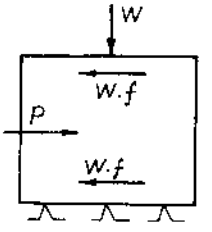
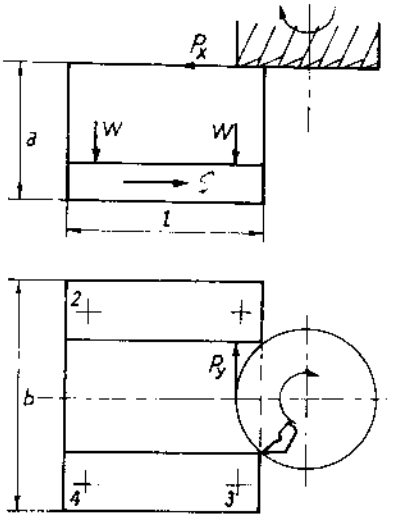
Khi định vị trên các phiến tỳ: $K_6 = 1,5$.

Hệ ố điều chỉnh chung để đảm bảo an toàn là:

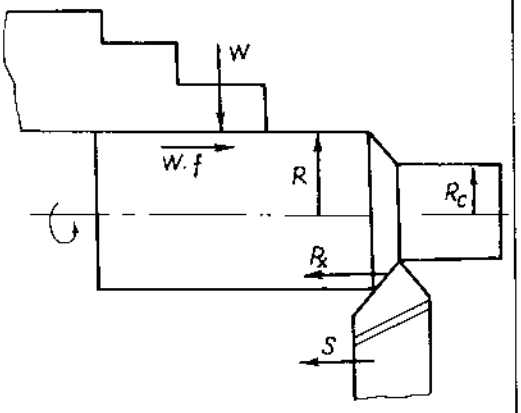
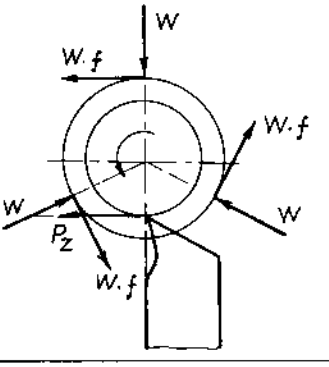
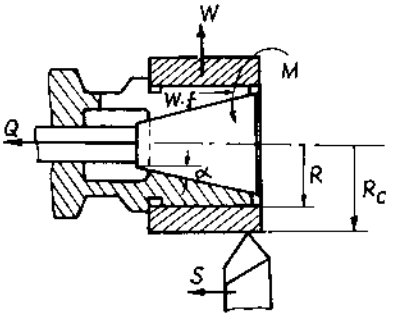
$$K = K_0 . K_1 . K_2 . K_3 . K_4 . K_5 . K_6$$

Phải căn cứ vào từng điều kiện cụ thể để xác định từng hệ số K riêng biệt.

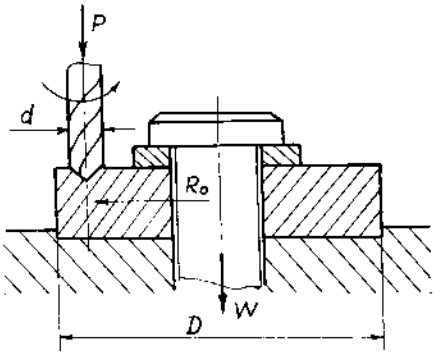
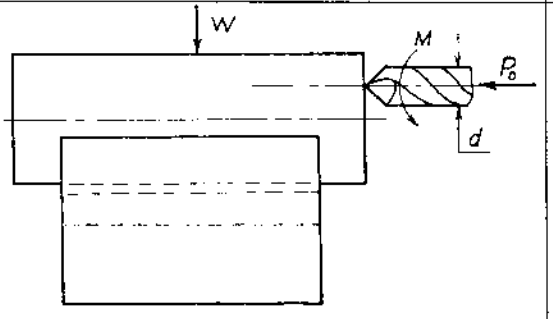
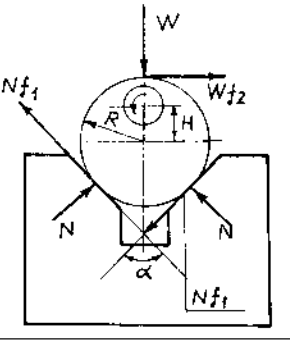
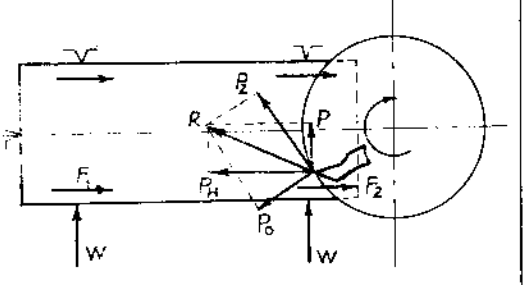
Bảng 8-43. *Tính lực kẹp cần thiết.*

TT	SƠ ĐỒ TÍNH LỰC KẸP W	CÔNG THỨC TÍNH W
I		* Khi không gây trượt: W = **0**. * Khi gây trượt: $W = \frac{K.N}{f} - P$
II		$W = K.(P + G)$
III		$W = \frac{K.P}{f_1 + f_2}$
IV		**k. P_X.a ≤ 2.W.*l*** **k. P_Y.b ≤ 2.W.*b*** $W = K.a.\left[\frac{P_x}{2.l} + \frac{P_y}{b}\right]$

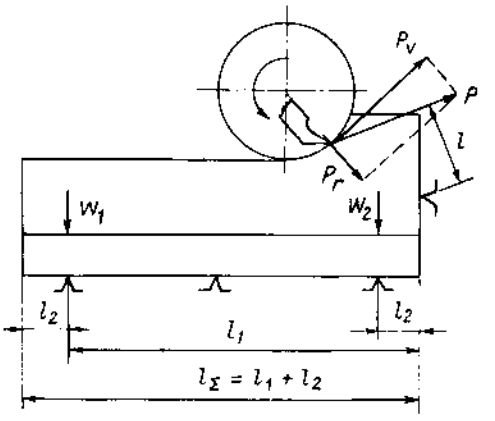
(tiếp bảng 8-43)

TT	SƠ ĐỒ TÍNH LỰC KẸP W	CÔNG THỨC TÍNH W
V	 	$W_{\Sigma}^{(z)} = \frac{K.P_z.R_c}{f.R}$ $W^{(z)} = \frac{W_{\Sigma}^{(z)}}{Z}$ $W_{\Sigma}^{(y)} = \frac{K.P_x}{f}$ $W^{(y)} = \frac{W_{\Sigma}^{(y)}}{Z}$
VI		Tương tự V

(tiếp bảng 8-43)

TT	SƠ ĐỒ TÍNH LỰC KẸP W	CÔNG THỨC TÍNH W
VII		$(W+P_0).f.r = K.\frac{2M_c}{d}.R_0$ $W = \frac{2.K.M_c.R_0}{d.f.r} - P_0$
VIII	 	$2.f_1.\frac{W}{2.\sin\alpha/2} + Wf_2R \geq \frac{2.K.M_c}{d}.H$ $W = \frac{2.K.M_c}{R.\left[\frac{f_1}{\sin\alpha/2} + f_2\right]}.\frac{H}{d}$ $f_1\left(\frac{W}{\sin\frac{\alpha}{2}}\right) + W.f_2 \geq K.P_0$ $W = \frac{K.P_0}{\frac{f_1}{\sin\alpha/2} - f_2}$
IX		$2.W.f \geq K.P_H$ $W = \frac{K.P_H}{2.f}$

(tiếp bảng 8-43)

TT	SƠ ĐỒ TÍNH LỰC KẸP W	CÔNG THỨC TÍNH W
X		$k.P.l \quad W_1.l_1 + W_2.l_2$ $W = K.\dfrac{R.l}{l_1 + l_2}$ Với $W = W_1 + W_2$ $R = \sqrt{P_1^2 + P_r^2}$

*** Tính cơ cấu kẹp cơ bản.**

Có nhiều dạng cơ cấu kẹp.

Các ký hiệu quy định:

f_0 - hệ số ma sát ở trục;

W - lực kẹp cần thiết.

f - hệ số ma sát tại bề mặt kẹp $f = tg\varphi$.

$tg\varphi_1$- hệ số ma sát giữa đòn kẹp và phần đẩy của cơ cấu sinh lực.

φ_1 - góc ma sát $\varphi_1 = arctg\, f_1$.

$tg\varphi_{1np}$- hệ số ma sát giữa mặt nghiêng và con lăn:

$$tg\varphi_{1np} = tg\varphi_1 . \frac{d}{D}$$

d - đường kính chốt.

D - đường kính con lăn.

φ_{1np} - góc ma sát. $\varphi_{1np} = arctg\, f_{1np}$

+ Cơ cấu kẹp: đòn kẹp, chốt đẩy.

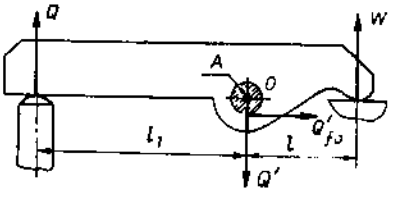
- Theo hình 8-1.

$\Sigma M_0 = Q.l_1 - W.l - Q'.r.f_0 = 0$

hoặc: $Ql_1 = W.l + Q'.r.f_0$

Nhưng $Q' = Q + W$ nên ta có:

$$Q = W.\frac{l + r.f_0}{l_1 - r.f_0}$$

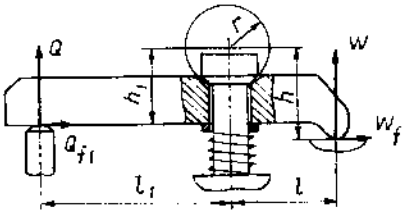


Hình 8-1

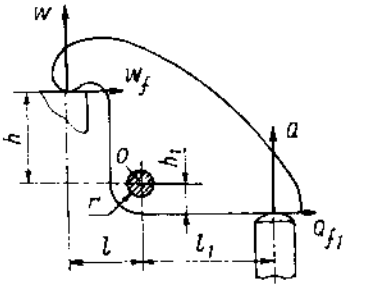
-Theo hình 8-2 và hình 8-3:

$$Q = W.\frac{l + h.f + r.f_0}{l_1 - h_1.f_1 - r.f_0}$$

Khi $l_1 \geq l$ thì $W \geq Q$



Hình 8-2



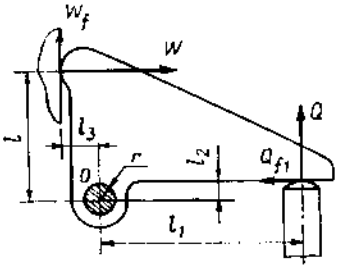
Hình 8-3

- Theo hình 8-4 và 8-5:

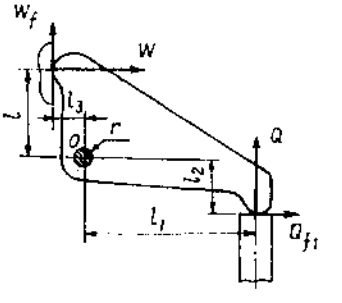
Khi $l_1 > l$ $\quad Q = W.\dfrac{l + l_3.f + 0{,}96.r.f_0}{l_1 - l_2.f_1 - 0{,}4.r.f_0}$

Khi $l_1 = l$

$$Q = W.\frac{l + l_3.f - 1{,}41.r.f_0}{l_1 - l_2.f_1}$$



Hình 8-4



Hình 8-5

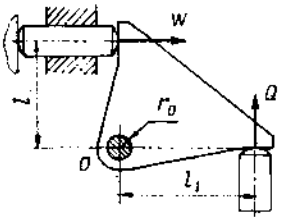
- Theo hình 8-6:

Khi $l_1 > l$

$$Q = W.\frac{l + 0{,}96.r_0.f}{l_1 - 0{,}4.r_0.f}$$

Khi $l_1 = l$

$$Q = W.\frac{l + 1{,}41.r_0.f}{l_1}$$

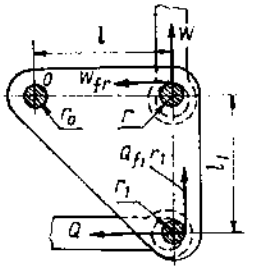


Hình 8-6

- Theo hình 8-7:

Khi $l_1 = l$

$$Q = W.\frac{l + r.f + 1{,}41.r_0.f_0}{l_1 - r_1.f_1}$$



Hình 8-7

Trong tính toán thực tế, đối với tất cả các trường hợp từ hình 8-1 đến hình 8-7 giá trị của Q có thể xác định một cách gần đúng theo công thức chung:

$$Q = W.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$$

Với η-hệ số phụ thuộc vào sự mất mát do ma sát ở chốt: $\eta = f.\left(\frac{l}{l_1}\right)$

Bảng 8-44. *Giá trị của lực Q khi w = 10 N (hình 8-1 ÷ 8-9).*

A - ĐỐI VỚI KẾT CẤU TỪ HÌNH 8-1 ÷ 8-7.

$\eta = f\left(\frac{l}{l_1}\right)$	$\frac{l_1}{l}$														
	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
0,95	0,88	0,75	0,66	0,585	0,525	0,48	0,44	0,405	0,375	0,35	0,33	031	0,29	0,28	0,265
0,90	0,925	0,795	0,695	0,62	0,555	0,505	0,465	0,43	0,40	0,37	0,35	0,33	0,31	0,29	0,28
0,85	0,98	0,84	0,735	0,655	0,59	0,535	0,49	0,45	0,42	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31	0,295
0,80	1,04	0,895	0,78	0,695	0,625	0,57	0,52	0,48	0,445	0,415	0,39	0,37	0,35	0,33	0,31

Xác định Q từ hình 8-1 ÷ 8-7; $Q = W.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$;

B - ĐỐI VỚI KẾT CẤU HÌNH 8-8 VÀ HÌNH 8-9.

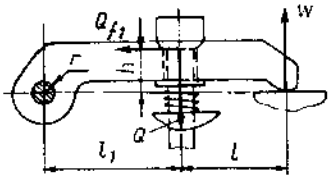
$\eta = f\left(\frac{l}{l_1}\right)$	$\frac{l_1}{l}$										
	3	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
0,95	1,40	1,43	1,45	1,49	1,53	1,58	1,63	1,71	1,80	1,93	2,12
0,90	1,48	1,51	1,54	1,57	1,65	1,67	1,73	1,80	1,90	2,04	2,22
0,85	1,57	1,60	1,63	1,67	1,71	1,76	1,83	1,91	2,02	2,16	2,36
0,80	1,67	1,70	1,73	1,77	1,82	1,88	1,95	2,03	2,14	2,29	2,50

Xác định Q từ hình 8-1 ÷ 8-7: $Q = W.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; cho hình 8-8 và 8-9: $Q = W.\frac{l + l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$.

- Theo hình 8-8.

$$Q = W.\frac{(l+l_1) + \left(\frac{l+l_1}{l_1}-1\right).f_0.r}{l_1 - h.f_1};$$

f_1 - hệ số ma sát trên đầu chỏm cầu của vít kẹp.



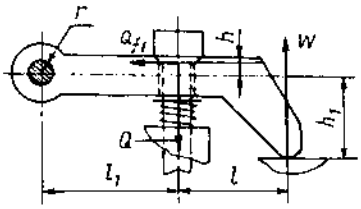
Hình 8-8.

- Theo hình 8-9.

$$Q = W.\frac{(l+l_1) + \left[\frac{l+l_1}{l_1}-1\right].f.r_0 + h_1.f}{l_1 - f_1.h}$$

Khi cho η ta có:

$$Q = W.\frac{(l+l_1)}{l_1}.\frac{1}{\eta};$$



Hình 8-9.

Lực kẹp W bao giờ cũng nhỏ hơn Q, giá trị của Q khi lực kẹp W = 10N cho ở bảng 8-44

+ *Cơ cấu kẹp: đòn kẹp thanh đẩy.*

- Theo hình 8-10.

$\Sigma M_0 = 0 = W.l + W.f.l_3 + Q.l_1 - Q_1.l_2 + Q'.f_0.r$

$Q_1.l_2 = Q.l_1 + Q'.f_0.r + W.l + W.f.l_3$

$Q_1 = Q.\,ctg(\alpha + \varphi).$

Khi $l_2 > l$

$$Q = W.\frac{l + l_3.f + 0{,}96.r.f_0}{ctg(\alpha+\varphi).(l_2 - 0{,}4.r.f_0)}$$

Khi $l_2 = l$

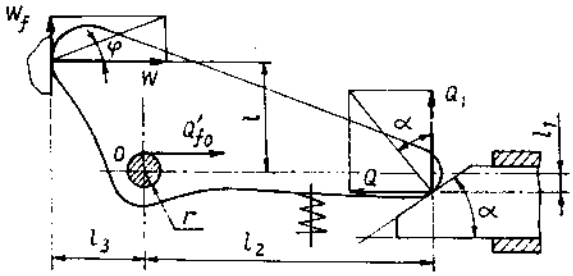
$$Q = W.\frac{l + l_3.f + 1{,}41r.f_0}{l_2.ctg(\alpha+\varphi) - l_1}$$

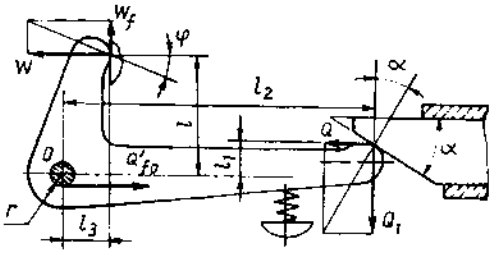
Trong tính toán thực tế :

$$Q = W.\frac{l}{l_2.ctg(\alpha+\varphi) - l_1}.\frac{1}{\eta}$$

Theo hình 8-11 và 8-12.

$Q_1 = Q.ctg(\alpha + \varphi_1)$





Hình 8-10.

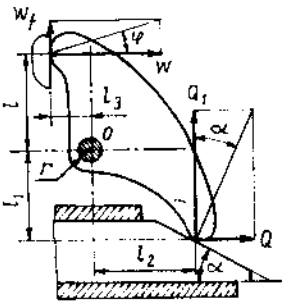
Khi $l_2 > l$

φ_1 - góc ma sát giữa mặt nghiêng của chêm và đòn kẹp.

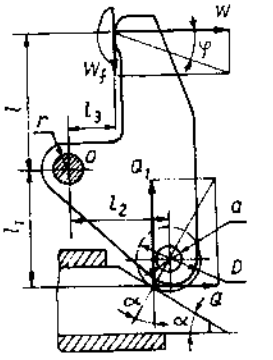
$$Q = W.\frac{l + l_3.f + 0{,}96.r.f_0}{ctg(\alpha + \varphi_1).(l_2 - 0{,}4.r.f_0) + l_1}$$

Khi $l_2 = l$

$$Q = W.\frac{l + l_3.f + 1{,}41r.f_0}{l_2.ctg(\alpha + \varphi) + l_1}$$



Hình 8-11.



Hình 8-12.

Công thức giản lược cho cả hai trường hợp hình 8-11 và hình 8-12:

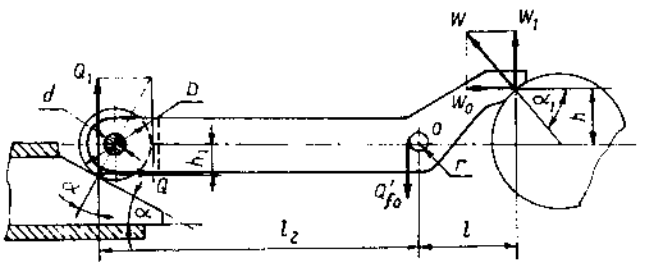
$$Q = W.\frac{1}{l_2.ctg(\alpha + \varphi_1) + l_1}.\frac{1}{\eta}$$

Đối với hình 8-12, φ_{1np} thay chỗ cho φ_1.

φ_1 - góc ma sát giữa mặt nghiêng của chêm và con lăn.

- Theo hình 8-13:

$$Q_1 = Qctg(\alpha + \varphi_{1np})$$
$$Q' = Q_1 + W_1$$
$$W_0 = W.\cos\alpha_1$$
$$W_1 = W.\sin\alpha_1$$
$$Q = W.\frac{l\sin\alpha_1 + h.\cos\alpha_1}{l_2.ctg\alpha - h_1}.\frac{1}{\eta}$$



Hình 8-13.

Bảng 8-45. *Giá trị Q khi w = 1kG*

Hình	η	Công thức tính Q	l_2/l					
			2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0
8 - 10	0,95-0,9 0,85-0,8	$W.\frac{1}{l_2.ctg(\alpha+\varphi_1)+l_1}.\frac{1}{\eta}$	$2l_1 = 0{,}2l$					
			0,10 0,11	0,11 0,12	0,12 0,14	0,14 0,16	0,165 0,185	0,2 0,22
8 - 11	0,95-0,9 0,85-0,8	$W.\frac{1}{l_2.ctg(\alpha+\varphi_1)+l_1}.\frac{1}{\eta}$	$l = l_1 \neq l_2$					
			0,16kG 0,18kG					
8 - 12	0,95-0,9 0,85-0,8	$W.\frac{1}{l_1.ctg(\alpha+\varphi_{1np})+l_1}.\frac{1}{\eta}$	$l = l_1 = l_2$					
			0,13kG 0,14kG					
8 - 13	0,95-0,9 0,85-0,8	$W.\frac{l\sin\alpha_1 + h.\cos\alpha_1}{l_2.ctg\alpha - h_1}.\frac{1}{\eta}$	$h = h_1 = l/2$					
			0,07 0,08	0,08 0,09	0,09 0,10	0,10 0,11	0,12 0,13	0,14 0,16

Lấy $\alpha = 5^0$; $\varphi = 5^0$; $\varphi_1 = 5^0$; $\varphi_{1np} = 0{,}5\varphi_1$; $\alpha_1 = 30^0$.

Với các W ≠ 1 thì lấy W trong bảng nhân với W đã cho.

+ Cơ cấu kẹp: đồn kẹp hình thước thợ "T" (hình 8-14).

Lực Q được xác định nhờ phương trình mômen đối với điểm 0.

$$Q = W + F$$

F - lực ma sát (tồn tại khi có W và đồn kẹp đi xuống) giữa đồn kẹp và ống.

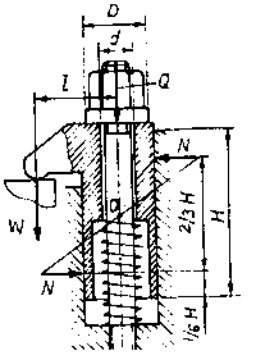
$$F = 2.\ N\ .\ f.$$

f -hệ số ma sát.

$$N = \frac{3.l}{2.H}.Q$$

$$F = 3.\ Q.\ \frac{l}{H}.f$$

Vì $W = Q - F$



Hình 8-14.

nên $W = Q.\left(1 - 3\ \frac{l}{H}.f\right)$; $W = (Q - q)\ .\ \left(1 - 3\ \frac{l}{H}.f\right)$

q - lực đẩy của lò xo.

Để đạt được tới lực Q cần thiết, mômen vặn đai ốc kéo sẽ là:

$$M = \frac{Q+q}{2}\left[d_{tb}tg(\alpha+\varphi) + \frac{1}{3}.\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.f_T\right]$$

Với : $Q = \dfrac{W}{1 - 3.\ \dfrac{l}{H}.f}$

d_{tb} - đường kính trung bình của ren.

α - góc nâng của ren. $tg\alpha = \dfrac{t}{\pi.d_{tb}}$;

t - bước ren.

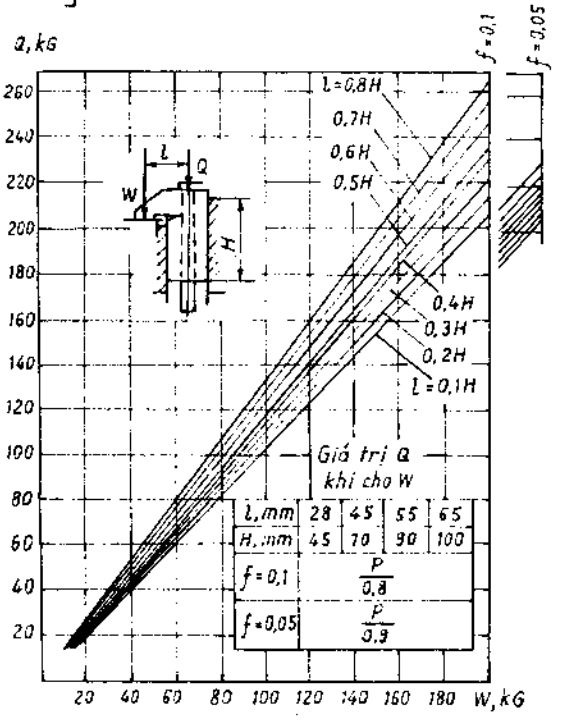
tgφ - hệ số ma sát trên mặt ren.

f_T - hệ số ma sát ở mặt đầu đai ốc.

Sự phụ thuộc của Q vào W được thể hiện trên hình 8-15.

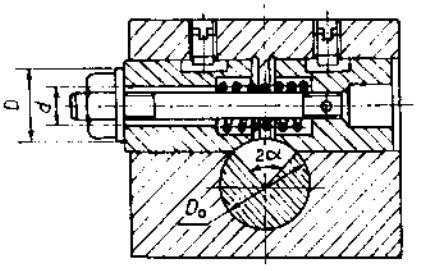
+ Cơ cấu đồn kẹp tiếp tuyến.

Lực hướng trục yêu cầu của đồn kéo là W (hình 8-16) được xác định như sau:



Hình 8-15

$$W = M_c \frac{\sin\frac{\alpha}{2} + 1{,}07.f.\cos\frac{\alpha}{2}}{\left(1 + 1{,}07.\cos\frac{\alpha}{2}\right).D_0.f} + q \quad (1)$$



Hình 8-16.

M_c - mômen xoắn tác dụng vào phôi.
f - hệ số ma sát trên bề mặt kẹp.
q - lực nén của lò xo.

Lúc đó giá trị mômen vặn đai ốc để có lực W là:

$$M_r = W.\left[R_{tb}.tg(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3}.\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.f\right] \quad (2)$$

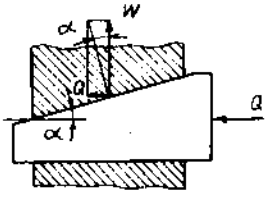
R_{tb}- bán kính trung bình của ren.
φ- góc ma sát trên mặt ren.
f_T- hệ số ma sát trên mặt đầu đai ốc.
Thay giá trị của W trong công thức (2) bằng công thức (1) ta có:

$$M_r = \left[M_c \frac{\sin\frac{\alpha}{2} + 1{,}07.f.\cos\frac{\alpha}{2}}{\left(1 + 1{,}07.\cos\frac{\alpha}{2}\right).D_0.f} + q\right].\left[R_{tb}.tg(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3}.\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.f\right]$$

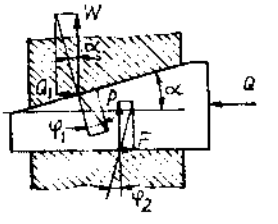
Khi $\alpha = 30^0$; $f = 0{,}1$ ta có:

$$M_r = (1{,}78.\frac{M_c}{D_0} + q).\left[R_{tb}.tg(\alpha + \varphi) + \frac{1}{3}.\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}.f\right]$$

+ *Cơ cấu kẹp bằng chêm.*



Hình 8-17.



Hình 8-18.

- Chêm tác dụng một chiều (hình 8-17; 8-18).

Theo hình 8-17 ta có $Q = W.tg\alpha$ (không kể đến ma sát).
Theo hình 8-18 ta có $Q = Q_1 + F$ (khi kể đến ma sát).
$Q_1 = W.tg(\alpha + \varphi_1)$; $F = W.tg\varphi_2$.
Do đó $Q = W\,[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]$
$tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt nghiêng.
$tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên mặt đáy của chêm.

Để tự hãm phải có $\alpha \le \varphi_1 + \varphi_2$

- Chêm tác dụng hai chiều (hình 8-19).

với $\alpha_1 = \alpha_2 = \alpha$

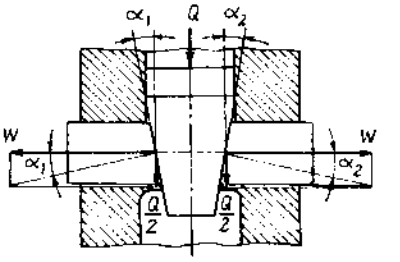
Không kể đến ma sát

$Q = 2.W.\ tg\alpha.$

Khi kể đến ma sát.

$Q = 2.\ W.\ tg(\alpha + \varphi)$

với $\alpha_1 \ne \alpha_2$



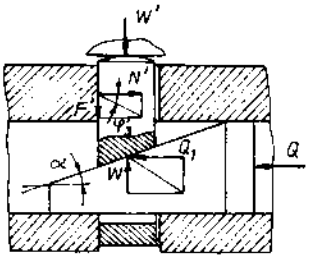
Hình 8-19.

Không kể đến ma sát $Q = W\ (tg\alpha_1 + tg\alpha_2)$

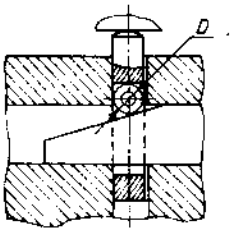
Khi kể đến ma sát $Q = W\ [tg(\alpha_1 + \varphi) + tg(\alpha_2 + \varphi)]$

+ Cơ cấu kẹp: chêm chốt trượt.

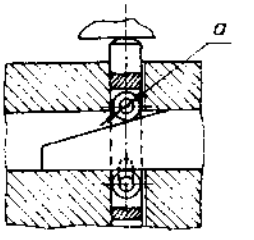
- Với chốt trượt tỳ hai phía.



Hình 8-20.



Hình 8-21.



Hình 8-22.

- Theo hình 8-20. $Q = W'.\ \dfrac{tg(\alpha + \varphi'_1) + tg\varphi'_2}{1 - tg(\alpha + \varphi'_1).tg\varphi'_3}$

- Theo hình 8-21. $Q = W'.\ \dfrac{tg(\alpha + \varphi'_{1np}) + tg\varphi'_{2np}}{1 - tg(\alpha + \varphi'_{1np}).tg\varphi'_{3np}}$

Với $tg\varphi'_{1np} = tg\varphi'_1.\dfrac{d}{D} \Rightarrow \quad \varphi'_{1np} = arctgf'.\ \dfrac{d}{D}$

- Theo hình 8-22. $Q = W'.\ \dfrac{tg(\alpha + \varphi'_{1np}) + tg\varphi'_{2np}}{1 - tg(\alpha + \varphi'_{1np}).tg\varphi'_{3np}}$

Với $tg\varphi'_{2np} = tg\varphi'_2 \times \dfrac{d}{D} \quad \Rightarrow \quad \varphi'_{2np} = arctgf'_2.\ \dfrac{d}{D}$

Trong đó: φ'_1 - góc ma sát giữa mặt nghiêng của chêm và mặt nghiêng chốt trượt $f'_1 = tg\varphi'_1$.

φ'_2 - góc ma sát giữa mặt đáy chêm và vỏ $tgf'_2 = tg\varphi'_2$.

φ'_3 - góc ma sát giữa chốt trượt và vỏ.

φ'_{1mp} -góc ma sát giữa mặt nghiêng của chêm và con lăn.

φ'_{2mp} -góc ma sát giữa mặt đáy của chêm và con lăn.

- Với chốt trượt tỳ một phía (hình 8-23).

$Q_1 = 2.N''$; $W'' = W - 2.F''$;

$F'' = N''.tg\varphi''_3$

$$W'' = Q.\frac{1 - tg(\alpha + \varphi''_1).tg\varphi''_3}{tg(\alpha + \varphi''_1) + tg\varphi''_2}.K$$

$$Q = W''.\frac{tg(\alpha + \varphi''_1) + tg\varphi''_2}{1 - tg(\alpha + \varphi''_1).tg\varphi''_3.K}$$

K - hệ số.

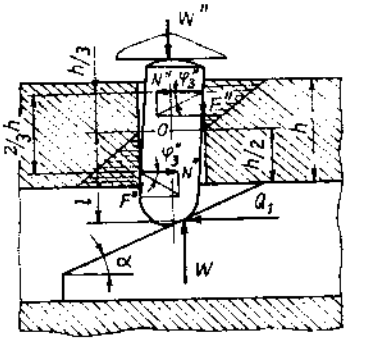
$tg\varphi''_3$ .K - hệ số ma sát giữa chốt và vỏ.

Khi làm việc lực ép của chốt trượt tác dụng lên thành lỗ theo phân bố tam giác. Ta có:

$$Q_1.l = 2.N''.\frac{h}{3} = 2.\frac{F''}{tg\varphi''_3}.\frac{h}{3}$$

Do đó $2.F'' = Q_1.\frac{3.l}{h}.tg\varphi''_3$;

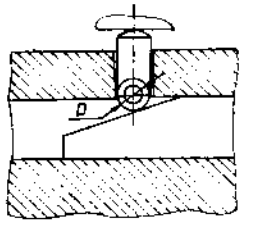
hay $\frac{3.l}{h}.tg\varphi''_3 = 2.\frac{F''}{Q_1} = K.tg\varphi''_3$; $K = \frac{3.l}{h}$



Hình 8-23.

- Với chốt trượt một con lăn (hình 8-24).

$$Q = W''.\frac{tg(\alpha + \varphi''_{1mp}) + tg\varphi''_2}{1 - tg(\alpha + \varphi''_{1mp}).tg\varphi''_3.K}$$



Hình 8-24.

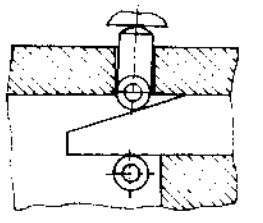
- Với chốt trượt hai con lăn .

$$Q = W''.\frac{tg(\alpha + \varphi''_{1mp}) + tg\varphi''_{2mp}}{1 - tg(\alpha + \varphi''_{1mp}).tg\varphi''_{3mp}}$$

Công thức chung cho các cơ cấu chêm chốt trượt là:

$$Q = W.[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].\frac{1}{\eta}$$

Giá trị η cho trong bảng 8-46



Hình 8-25.

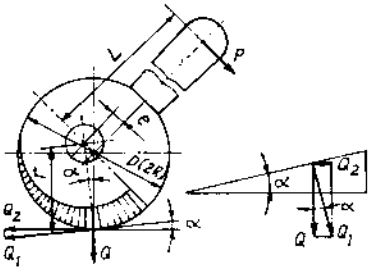
Bảng 8-46. *Giá trị của η*

α^0	$tg\varphi_3$; $tg\varphi_{3min}$; $tg\varphi_3$, K			
	0,05	0,10	0,20	0,30
3 5	0,99	0,99 — 0,07	0,98 — 0,95	0,98 — 0,94 0,97 — 0,92
10 15	0,99 — 0,98	0,98 — 0,97 0,97 — 0,96	0,96 — 0,93 0,94 — 0,91	0,94 — 0,90 0,91 — 0,87
20	0,98 — 0,97	0,96 — 0,94	0,92 — 0,89	0,89 — 0,84

+ *Cơ cấu kẹp : bánh lệch tâm.*

Kẹp chặt bằng bánh lệch tâm có thể kẹp nhanh, hành trình ngắn, không cho phép sai số của mặt kẹp lớn. Được dùng nhiều là bánh lệch tâm tròn (hình 8-26).

Để đảm bảo tự hãm thì:



Hình 8-26.

$$\text{Khi } f = 0,1 \Rightarrow \frac{D}{l} \geq 20; \quad \text{Khi } f = 0,1 \Rightarrow \frac{D}{l} \geq 14$$

$$Q = \frac{P.L}{r} \cdot \frac{1}{[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]} \cdot \cos\alpha$$

Khi $\alpha = 5^0 43' \Rightarrow tg\alpha = 0,1 \Rightarrow \cos\alpha = 0,995$ ta có:

$$Q = P.L \cdot \frac{1}{[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]r}$$

Mômen quay của cánh tay đòn là:

$$M = P.L = Q.\,[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]\,.\,r$$

r - bán kính cong của bánh lệch tâm tại điểm kẹp.

R - bán kính vòng tròn mặt làm việc.

β - góc quay của cánh tay đòn.

$tg\varphi_1$ và $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên bề mặt kẹp và trên trục (bánh lệch tâm) quay.

Mômen quay M phụ thuộc vào lực kẹp Q và kích thước D bánh lệch tâm. Giá trị M cho trong bảng 8-47.

Bảng 8-46. *Giá trị M theo Q và D*

D, mm	Lực kẹp Q, (N)						
	500	750	1000	1250	1500	1750	2000
40	270	405	550	680	815	955	1085
50	340	510	680	855	1020	1200	1365
60	410	615	815	1020	1220	1430	1680
70	480	720	960	1200	1435	1680	1915

+ Cơ cấu kẹp trụ trượt rãnh xoắn.

Trên hình 8-27 là cơ cấu kẹp trụ trượt rãnh xoắn, nó tác động tương tự cơ cấu kẹp ren.

Khi không có ma sát:

$$P.\,L = W.\,R = Q.\,R\,tg\alpha$$

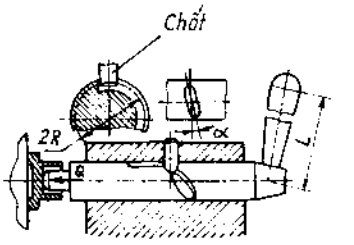
P - lực tác động vào tay quay.

Q - lực chiều trục của trụ trượt.

α - góc nâng của rãnh.

W - lực vòng của trụ trượt.

φ - góc ma sát giữa chốt và rãnh.



Hình 8-27.

Khi kể đến ma sát:

$$M = P.\,L = Q.\,R\,tg(\alpha + \varphi).$$

+ Cơ cấu kẹp: ống kẹp đàn hồi.

- Gá phôi không chặn chiều trục (hình 8-28).

$$Q = (W_1 + W_2).\,tg(\alpha + \varphi)$$

$$W_1 = 3.\,\frac{E.J.f.Z}{l^3}$$

W_2 - lực kẹp phôi của tất cả các cánh của ống kẹp.

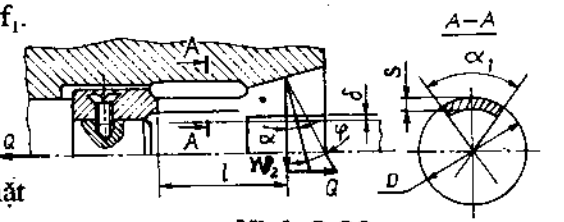
α - nửa góc côn trên lỗ của ống kẹp.

φ - góc ma sát. $\varphi = arctg\,f_1$.

f_1 - hệ số ma sát trên mặt côn của ống kẹp.

E - môđun đàn hồi của vật liệu làm ống kẹp.

l - đoạn giữa trung điểm mặt côn đến hết rãnh xẻ.



Hình 8-28.

f - lượng biến dạng do uốn của cánh ống kẹp f = δ.

δ - khe hở giữa mặt chuẩn và lỗ ống kẹp.

Z - số cánh của ống kẹp.

J - mômen quán tính của tiết diện A - A (hình 8-28)trên phần cánh của ống kẹp.

$$J = \frac{D^3.S}{8}\left(\alpha_1 + \sin\alpha_1.\cos\alpha_1 - \frac{2.\sin^2\alpha_1}{\alpha_1}\right)$$

Vậy :

$$W_1 = 0{,}375\,.\,\frac{Z.D^3.S.f.Z}{l^3}\left(0{,}0174\frac{\alpha_1}{2} + \sin\alpha_1\cos\alpha_1 - 229{,}88\frac{\sin^2\alpha_1}{\alpha_1}\right)$$

α_1 - nửa góc côn trên ống kẹp.

D - đường kính ngoài cánh ống kẹp.

S - chiều dầy cánh của ống kẹp.

W_2 -lực phụ thuộc lực cắt và được xác định như sau:

$$W_2 = \frac{l}{f}\sqrt{\frac{M^2}{r^2} + q^2.K}$$

M - mômen cắt. $M = P_Z.r_1$

r_1 - bán kính mặt gia công.

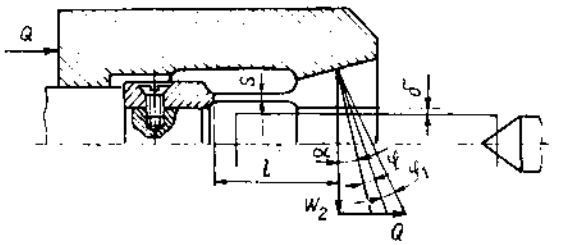
r - bán kính bề mặt kẹp phôi.

P_Z - lực cắt.

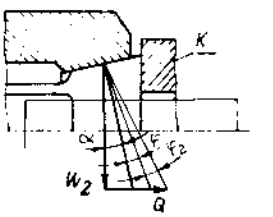
q - thành phần lực cắt hướng trục.

K - hệ số an toàn. $K = 1,5 \div 2,0$

- Gá phôi có chặn chiều trục (hình 8-29).



Hình 8-29.



Hình 8-30.

Lực kéo hướng trục cần thiết để có W_2 (hình 8-29) là:

$$Q = (W_1 + W_2)\,[\,tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1]$$

Trong trường hợp chặn hướng trục bằng mặt đầu ống kẹp đàn hồi (hình 8-30)sẽ xuất hiện lực ma sát Qf_2* hoặc $Qtg\varphi_2$. Trong công thức tính $tg\varphi_2$ sẽ được thay cho $tg\varphi_1$ nhưng có thể lấy giá trị bằng $tg\varphi_1$.

+ *Cơ cấu kẹp bạc côn xẻ (hình 8-31).*

$$Q = W[\,tg(\alpha + \varphi) + tg\varphi_1]$$

φ - góc ma sát trên mặt côn.

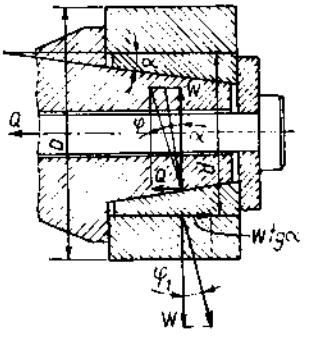
φ_1 - góc ma sát trên mặt kẹp.

+ *Cơ cấu kẹp trục gá chêm con lăn.*

Mômen kẹp cần thiết khi có lực cắt P_Z là:

$$M = P_Z \cdot \frac{D_1}{2}$$

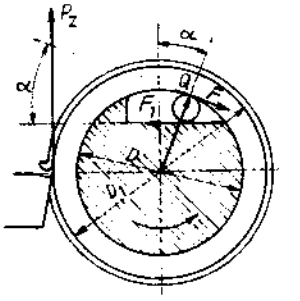
Khi kẹp chặt, con lăn có lực ấn Q vào mặt chuẩn là : $Q = 2\,\dfrac{M}{D.tg\frac{\alpha}{2}} = P_Z.\dfrac{D_1}{D.tg\frac{\alpha}{2}}$



Hình 8-31.

Với n con lăn thì:

$$Q = P_Z.\frac{D_1}{D.tg\frac{\alpha}{2}.n}$$



Hình 8-32.

F - lực ma sát giữa con lăn và phôi.
F_1 - lực ma sát giữa con lăn và mặt phẳng phần trục.
Điều kiện tự hãm $\alpha < \varphi + \varphi_1$
φ - góc ma sát giữa con lăn và phôi.
φ_1 - góc ma sát giữa con lăn và trục.
$\alpha = \varphi_1$; $\alpha = 5 \div 7^0$.
D - đường kính trục.
D_1 - đường kính phôi.
n - số con lăn.

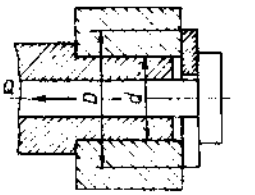
+ *Cơ cấu kẹp: trục gá kẹp mặt đầu.*

Mômen M_1 được tạo ra do lực kẹp vào mặt đầu phôi, nó không bị dịch chuyển khi có lực cắt P_Z. Nếu $M_1 \geq M_2$

$$M_1 = Q.\frac{D+d}{4}.f \qquad M_2 = P_Z.\frac{D_1}{2}$$

Vậy: $Q \geq 2.P_Z.\frac{D_1}{(D+d).f}$

$$Q = 4.P_Z.K.\frac{R}{(D+d).f}$$



Hình 8-33.

f - hệ số ma sát giữa tấm đệm và phôi.
D_1 - đường kính ngoài phôi gia công.
$K = 1,5 \div 2,0$.

+ *Cơ cấu kẹp bằng ren.*

Mômen quay M_P cần thiết để có lực Q là:

$$M_P = Q.\frac{d_{tb}}{2}.tg(\lambda + \varphi_{np})$$

d_{tb} - đường kính trung bình của ren.
λ - góc nâng của ren.
t - bước ren.

$tg\,\varphi_{np}$ - hệ số ma sát trên prôphin ren: $tg\varphi_{np} = \frac{f}{\cos\beta}$

β - nửa góc đỉnh ren (1/2 góc prôphin ren).

Bảng 8-48. *Mômen M_p khi cho hệ số ma sát $tg\varphi_{np}$*

d_{II}	d_{tb}	t	λ	$tg(\lambda + \varphi_{np})$		$M_p = Q.\frac{d_{tb}}{2}.tg(\lambda + \varphi_{np})$	
mm				$tg\,\varphi_{np}=0,1$	$tg\,\varphi_{np}=0,15$	$tg\,\varphi_{np}=0,1$	$tg\,\varphi_{np}=0,15$
8	7,188	1,25	$3^0 10'$	0,1536	0,2071	0,552. Q	0,744. Q
12	10,863	1,5	$2^0 56'$	0,1521	0,2028	0,826. Q	1,100. Q
16	14,701	2,0	$2^0 30'$	0,1444	0,1950	1,061.Q	1,433. Q
20	18,376	2,5	$2^0 30'$	0,1444	0,1950	1,327. Q	1,791.
d_{II} - đường kính danh nghĩa của ren.							

Mômen bổ sung M_T để khắc phục ma sát ở mặt đầu vít .

- Tiếp xúc bằng mặt đầu vành khăn (hình 8-34), áp lực đơn vị trên vành đầu tiếp xúc khi có Q là:

$$q = \frac{Q}{\pi.\left(R^2 - r^2\right)}$$

Mômen ma sát ở mặt đầu khi quay là:

$$M_{T1} = \int_r^R d.M_{T1} = 2.\pi.q.f.\int_r^R \rho^2.d\rho = 2\pi.q.f.\frac{R^3 - r^3}{3}$$

$$M_{T1} = \frac{2}{3}.Q\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}.f$$

Khi đầu vít kẹp phẳng tiếp xúc trực tiếp với phôi (hình 8-35).

$$M_{T2} = \frac{1}{3}.Q.R.f$$

Khi đầu vít kẹp cầu tiếp xúc trực tiếp với phôi (hình 8-36).

$$M_{T3} = N.B.f$$

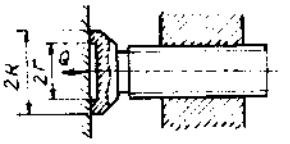
f - hệ số ma sát ở đầu vít kẹp và mặt kẹp của phôi.

N - áp lực thẳng góc lên mặt kẹp của phôi do Q gây ra khi kẹp chặt: $N = Q.\frac{1}{\sin\frac{\beta_1}{2}}$

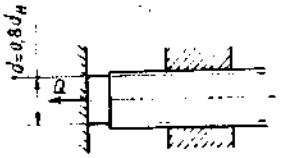
B - khoảng cách từ tâm vít kẹp đến đường tiếp xúc: $B = R.\cos\frac{\beta}{2}$

$$M_{T3} = Q.R.ctg\frac{\beta_1}{2}.f$$

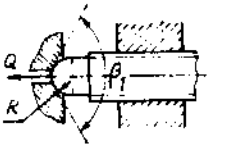
$M_\Sigma = M_p + M_{Ti}$ (bảng 8-49)



Hình 8-34



Hình 8-35.

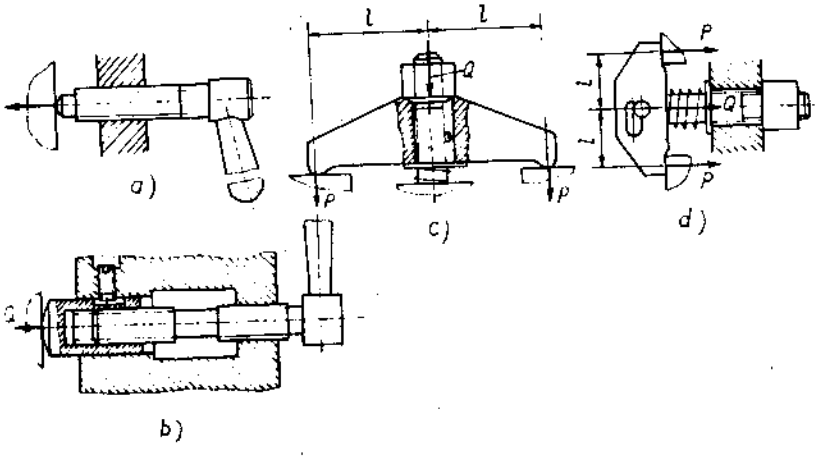


Hình 8-36.

Bảng 8-49. *Công thức tính M_{Σ} cho cơ cấu kẹp bằng ren.*

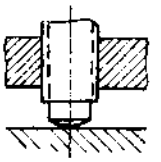
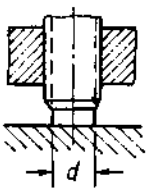
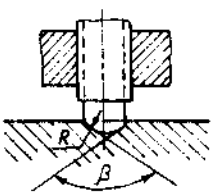
THEO HÌNH	CÔNG THỨC TÍNH M_{Σ}
8-34	$M_{\Sigma} = M_P + M_{T1} = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}.f\right]$
8-35	$M_{\Sigma} = M_P + M_{T2} = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep}) + \frac{d}{3}.f\right]$
8-36	$M_{\Sigma} = M_P + M_{T3} = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep}) + R.cotg\frac{\beta_1}{2}.f\right]$
8-37a	$M_{\Sigma} = Q.\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep})$
8-37b	$M_{\Sigma} = Q.d_{tb}.tg(\alpha + \varphi_{ep})$
8-37c	$M_{\Sigma} = (2.P + q).\left[\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep}) + R.tg\frac{\beta_1}{2}.f\right]$
8-37d	$M_{\Sigma} = (2.P - q).\left[\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha + \varphi_{ep}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3 - r^3}{R^2 - r^2}.f\right]$ Với $P = \frac{Q - q}{2}$

Ta cũng có thể tra bảng để có lực kẹp Q của các loại vít và các loại đai ốc (bảng 8-50 và 8-51)



Hình 8-37.

Bảng 8-50. *Lực kẹp Q đối với các loại vít kẹp*

Loại vít kẹp	Sơ đồ kẹp	d mm	r_{tb} mm	L mm	P (N)	Q (N)
Với mặt đầu tựa là mặt cầu.		10 12 16 20 24	4,5 5,43 7,35 9,19 11,02	120 140 190 240 310	30 45 80 100 150	3500 5100 9500 12000 19350
Với mặt đầu tựa là mặt phẳng có đường kính d = 0,8đường kính tiêu chuẩn		10 12 16 20 24	4,5 5,43 7,35 9,19 11,02	120 140 190 240 310	30 45 80 100 150	2850 4000 7650 9600 15500
Với mặt đầu tựa là mặt cầu (tựa trên lỗ côn)		10 12 16 20 24	4,5 5,43 7,35 9,19 11,02	120 140 190 240 310	30 45 80 100 150	2100 3000 5550 7000 11250

d - đường kính ren tiêu chuẩn, mm

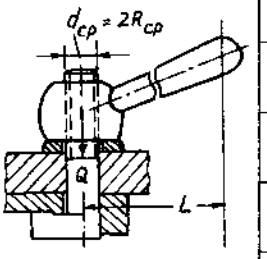
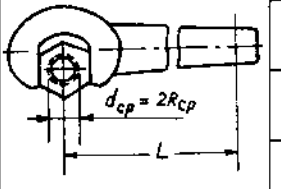
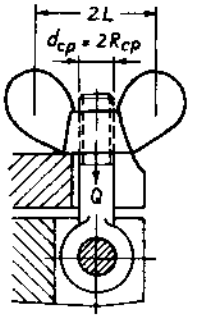
r_{tb} - bán kính trung bình , mm

L - chiều dài tay vặn, mm.

P - lực tác động vào tay vặn, (N).

Q - lực kẹp, (N).

Bảng 8-51. *Lực kẹp Q đối với các loại đai ốc*

Loại vít kẹp	Sơ đồ kẹp	d mm	r_{tb} mm	L mm	P (N)	Q (N)
Dùng tay vặn		8	3,6	50	50	1700
		10	4,5	60		1750
		12	5,43	80	80	3100
		16	7,35	100	100	3700
		20	9,19	140		4100
Dùng cờ lê vặn		10	4,5	120	45	3150
		12	5,43	140	70	4750
		16	7,35	190	100	7000
		20	9,19	240		7050
		24	11,02	310	150	11400
Dùng tai hồng		4	1,77	8	10	135
		5	2,24	9		120
		6	2,67	10	20	190
		8	3,60	12	30	245
		10	4,5	17	40	390

d - đường kính ren tiêu chuẩn, mm
r_{tb} - bán kính trung bình , mm
L - chiều dài tay vặn, mm.
P - lực tác động vào tay vặn, (N).
Q - lực kẹp, (N).
Đường kính ngoài và trong của đầu tựa của đai ốc lấy bằng 2d.

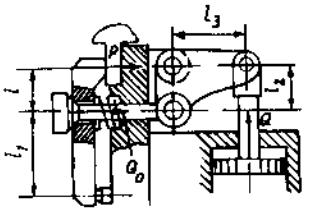
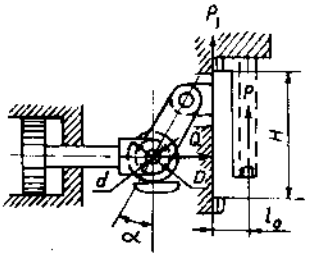
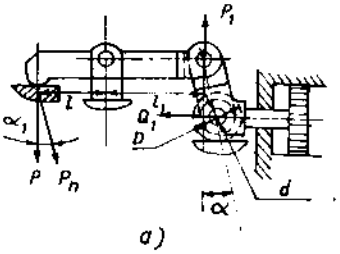
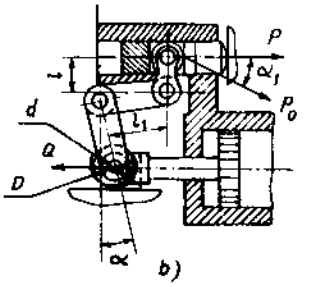
*** Tính cơ cấu kẹp nhiều khâu.**

+ Cơ cấu kẹp nhờ các khâu tác dụng kéo - đẩy.

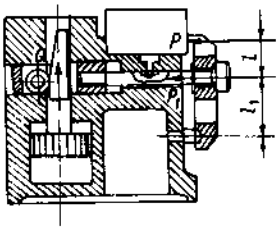
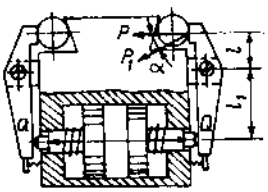
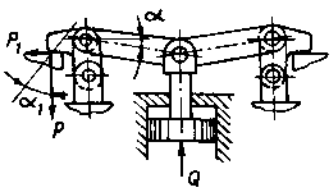
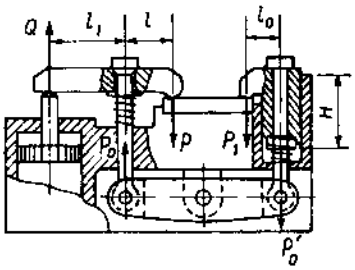
Ký hiệu: q - lực nén của lò xo,

$$T = 1 - \frac{3l_0}{H}.f_2$$

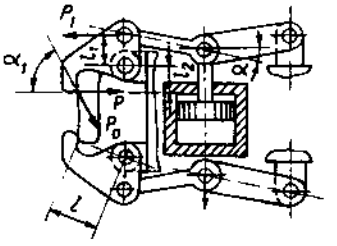
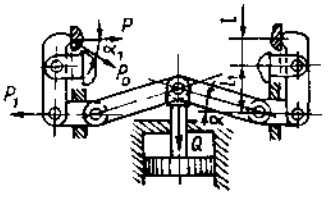
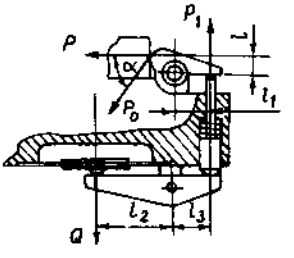
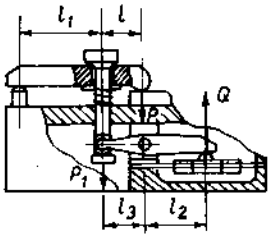
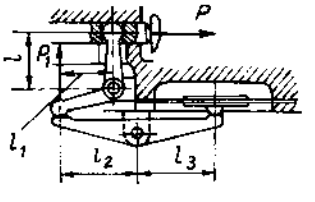
Bảng 8-52. *Tính cơ cấu kẹp nhiều khâu.*

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
1		$Q = \left(P.\frac{l+l_1}{l_1} + q\right).\frac{l_2}{l_3}.\frac{1}{\eta}$ $Q = Q_0.\frac{l_2}{l_3}.\frac{1}{\eta}$; với $Q_0 = P.\frac{l+l_1}{l_1} + q$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khâu.
2		$Q = \frac{P}{T}\left[tg(\alpha+\beta) + tg\varphi.\frac{d}{D}\right] = P_1.\left[tg(\alpha+\beta) + tg\varphi.\frac{d}{D}\right]$ Với $P_1 = P\frac{1}{1 - \frac{3l_0}{H}.f_2}$ β - góc bổ sung vào α phụ thuộc vào ma sát ở các chốt xoay: $\beta = \text{arsin}f_0$. f_0 - hệ số ma sát; f_2 - hệ số ma sát trên mặt dẫn con trượt. tgφ - hệ số ma sát trên mặt tỳ con lăn.
3	 a)  b)	$Q = P.\left[tg(\alpha+\beta) + tg\varphi.\frac{d}{D}\right].\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $Q = P_1.\left[tg(\alpha+\beta) + tg\varphi.\frac{d}{D}\right]$; Với $P_1 = .\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}.P$ Khi cho trước P_0 thì: $Q = P_0.\left[tg(\alpha+\beta) + tg\varphi.\frac{d}{D}\right].\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khâu. a) ở đòn kẹp. b) ở các khâu trung gian. β - góc bổ sung vào α phụ thuộc vào ma sát ở các chốt xoay; $\beta = \text{arsin}f_0$ tgφ - hệ số ma sát trên mặt tỳ con lăn.

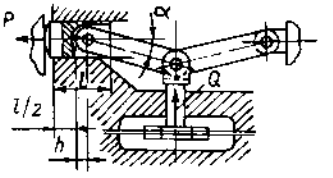
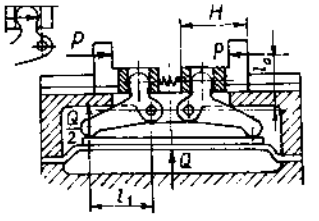
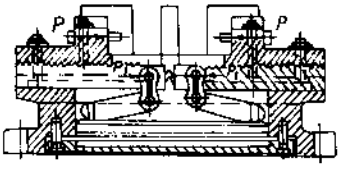
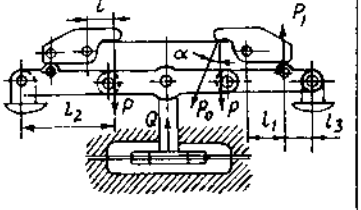
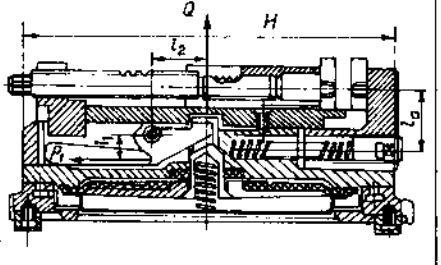
(tiếp bảng 8-52)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
4		$Q = \left(P.\frac{l}{l_1.\eta} + q\right).\left[tg\left(\alpha + \varphi_{1np}\right) + tg\varphi_2\right]\frac{1}{\eta}$ $Q = P_1.\left[tg\left(\alpha + \varphi_{1np}\right) + tg\varphi_2\right]\frac{1}{\eta}$ Với $P_1 = P.\frac{l}{l_1.\eta} + q$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khớp cầu. $tg\varphi_{1np} = tg\varphi_1.\frac{d}{D}$; $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát của cần dẫn hướng với lỗ
5		$Q = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta} + 2q = P_1.\frac{l}{l_1}.\frac{\cos\alpha}{\eta} + 2q.$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát tại các chốt.
6		$Q = 2.P.\ tg(\alpha + \beta).\ tg\alpha_1$ $Q = 2P_1.\ tg(\alpha + \beta)$ Với $P_1 = P.tg\alpha_1$ β - góc bổ sung vào α phụ thuộc vào ma sát ở các chốt : $\beta = \arsin f_0$
7		$Q = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; $P_0 = P.\frac{l + l_1}{l_1}.q$ Từ đó : $P_0 = Q.\frac{l + l_1}{l}.\eta - q$; Mặt khác $P'_0 = P_0.\eta_1$ Nên: $Q = \left(\frac{P'_0}{\eta_1} + q\right)\frac{l}{l + l_1}.\frac{1}{\eta}$ Trong đó: $P_0 = P_1\frac{1}{1 - \frac{3.l_0}{H}.f_2} + q_1$ Từ đó có : $l_0 = \left(1 - \frac{P_1}{P'_0 - q_1}\right).\frac{H}{3.f_2}$ f_2 - hệ số ma sát ở đòn kẹp hình "Γ" η - hệ số phụ thuộc vào ma sát tại các thanh phía trên. η_1 - hệ số phụ thuộc vào ma sát tại các khớp cầu. q, q_1 - lực nén lò xo.

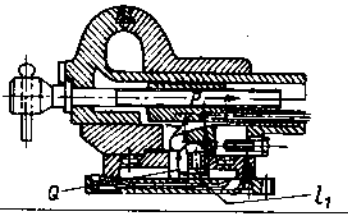
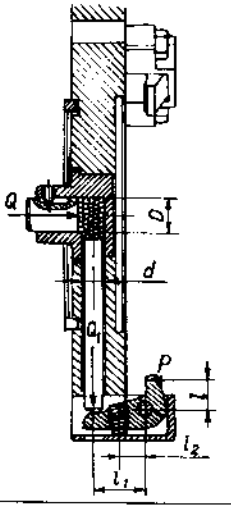
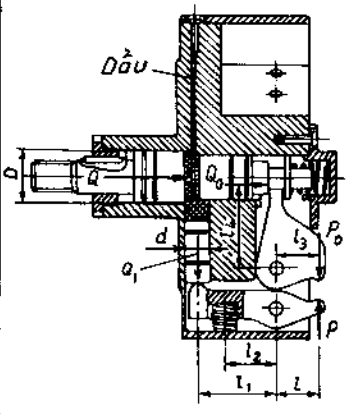
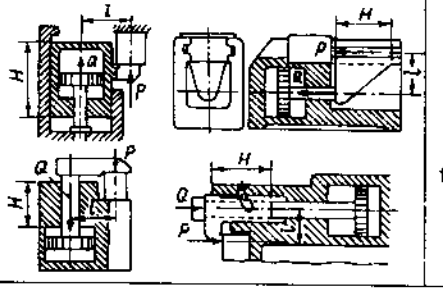
(tiếp bảng 8-52)

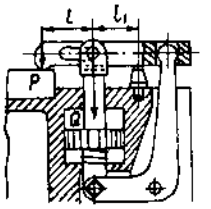
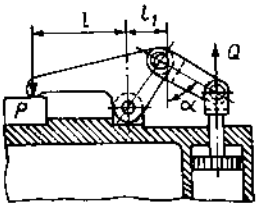
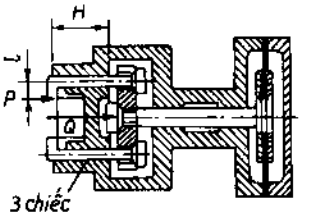
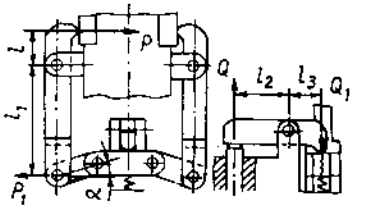
TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
8		$Q = P.\frac{l_2}{l_1}tg(\alpha+\beta).\frac{1}{\eta} = P_1.tg(\alpha+\beta)$ $P_1 = P.\frac{l_2}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ Khi cho trước P_0 thì : $Q = P_0\frac{l_2}{l_1}tg(\alpha+\beta)\frac{\cos\alpha_1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
9		$Q = 2P.\frac{l_1}{l_1}tg(\alpha+\beta).\frac{1}{\eta} = 2P_1.tg(\alpha+\beta)$ $P_1 = \frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; Khi cho trước P_0 thì : $Q = 2P_0\frac{l}{l_1}tg(\alpha+\beta)\cos\alpha_1\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các chốt .
10		$Q = \left(P.\frac{l}{l_1.\eta}+q\right)\frac{l_3}{l_2}\frac{1}{\eta_1} = (P_1+q)\frac{l_3}{l_2}\frac{1}{\eta}$ $P_1 = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; Khi cho P_0 ; thì $Q = \left(P_0.\frac{l}{l_1}.\frac{\cos\alpha_1}{\eta}+q\right)\frac{l_3}{l_2}.\frac{1}{\eta_1}$ η ; η_1- hệ số phụ thuộc vào ma sát trên các ổ và đòn kẹp.
11		$Q = \left(P.\frac{l+l_1}{l_1\eta}+q\right)\frac{l_3}{l_2}\frac{1}{\eta_1} = (P_1+q)\frac{l_3}{l_2}\frac{1}{\eta}$ $P_1 = P.\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta_1}$; η ; η_1- hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khớp cầu trên và dưới.
12		$Q = P.\frac{l_1}{l}.\frac{l_2}{l_3}.\frac{1}{\eta^2} = P_1.\frac{l_2}{l_3}.\frac{1}{\eta^2}$; $P_1 = P.\frac{l_1}{l}$. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khâu.

(tiếp bảng 8-52)

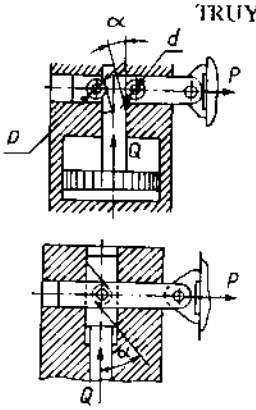
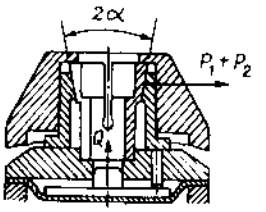
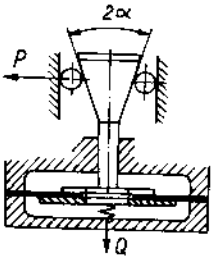
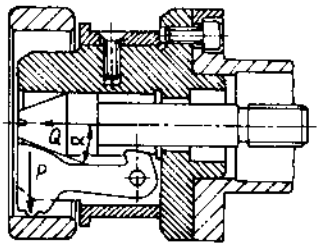
TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
13		$Q = \dfrac{2.P}{Ctg(\alpha+\beta) - tg\varphi_3.\dfrac{3.K}{l}}$ β - goc bổ sung vào α phụ thuộc vào ma sát ở các chốt xoay. K - khoảng cách giữa tâm chốt đến tâm giữa mặt hướng của con trượt. $tg\varphi_3$ - hệ số phụ thuộc vào ma sát trên mặt hướng của con trượt.
14		$Q = 2\left(\dfrac{P}{1-T}+q\right).\dfrac{l}{l_1}\dfrac{1}{\eta} = 2(P_1+q)\dfrac{l}{l_1}\dfrac{1}{\eta}$ $P_1 = \dfrac{1}{1-\dfrac{3.l_0}{H}.f_2}$ f_2 - hệ số ma sát trên mặt hướng trượt. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
15		$Q = 2(P+q)\dfrac{l}{l_1}.\dfrac{1}{\eta}$ Giống như N°14 với $P_1 = P$
16		$Q = 2P.\dfrac{l}{l_1}.\dfrac{l_3}{l_2}.\dfrac{1}{\eta} = 2P_1.\dfrac{l_3}{l_2}.\dfrac{1}{\eta}$ $P_1 = P.\dfrac{l}{l_1}$. Khi cho P_0 thì $Q = 2.P_0.\dfrac{l}{l_1}.\dfrac{l_3}{l_2}.\dfrac{1}{\eta_1}\cos\alpha$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khâu.
17		$Q = \left(\dfrac{P}{T}+q_2\right)\dfrac{l_1}{l_2}.\dfrac{1}{\eta}+q_1$; $Q = P_1\dfrac{l_1}{l_2}.\dfrac{1}{\eta}+q_1$ $P_1 = \dfrac{P}{1-\dfrac{3.l_0}{H}.f_2}+q_2$ f_2 - hệ số ma sát trên mặt hướng chuyển động. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .. q_1; q_2 - lực lò xo nén cần và nén đĩa. H - chiều dài phần hướng.

(tiếp bảng 8-52)

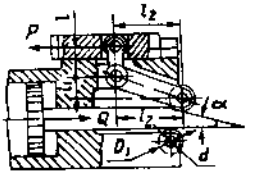
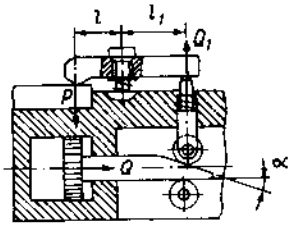
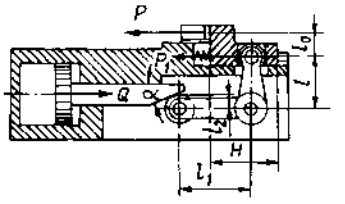
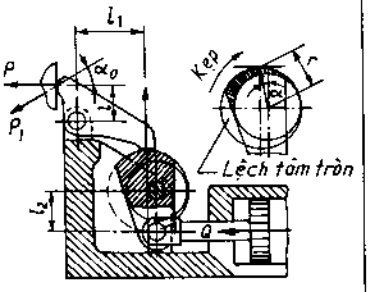
TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
18		$Q = (P + q)\frac{l}{l_1.\eta}$ $\eta = 0,7 \div 0,8$
19		$Q = 3\frac{P.l + q.l_2}{l_1}.\frac{D}{d}\frac{1}{\eta} = 3.Q_1\frac{D}{d}\frac{1}{\eta}$ $Q_1 = \frac{P.l + q.l_2}{l_1}.$ $P.l + q.l_2 = Q_1.l_1$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các chốt.
20		1 - lực dọc trục yêu cầu cho chấu kẹp trên $Q = \frac{D}{d}\left(3P_0.\frac{l_3}{l_1} + T_{np} + q\right).\frac{1}{\eta}$ $Q = \left(Q_0 + \frac{T_{np} + q}{\eta}\right).\frac{D}{d}$ với $Q_0 = 3.P_0.\frac{l_3}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ T_{np} - lực ma sát tại các vành gioăng (chọn theo bảng). η - hệ số phụ thuộc vào ma sát khi lực truyền qua chấu trên. 2 - lực dọc trục Q để chấu dưới được xác định theo công thức của mâm cặp. 3 -momen xoắn M_K đối với phôi $M_K = 3.(P.R + P_0.r)$ R - bán kính ngoài của phôi. r - bán kính trong của phôi.
21		$Q = \frac{P}{1 - 3.\frac{l}{H}.f}$ f - hệ số ma sát trên bề mặt dẫn của khâu kẹp.

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC QUA CÁC THANH TRUNG GIAN	
22		$Q = (P + q)\frac{l + l_1}{l_1}\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
23		$Q = P\frac{l}{l_1}\frac{\cos\alpha}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khớp.
24		$Q = 3.\frac{P}{1 - 3\frac{l}{H}f}\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
25		$Q = 2.P\frac{l}{l_1}\frac{l_3}{l_2}tg\alpha\frac{1}{\eta}$; $Q = Q_1.\frac{l_3}{l_2}.\frac{1}{\eta}$ $Q_1 = 2.P_1\,tg\alpha$; $P_1 = P.\frac{l}{l_1}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khớp. Bỏ qua lực lò xo

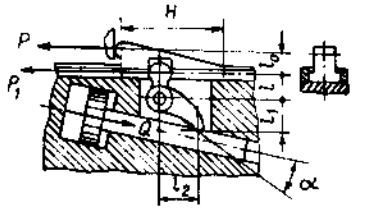
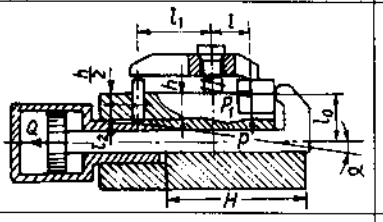
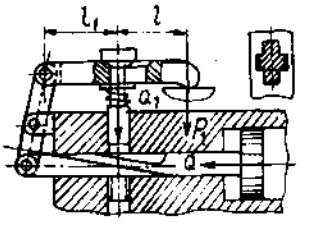
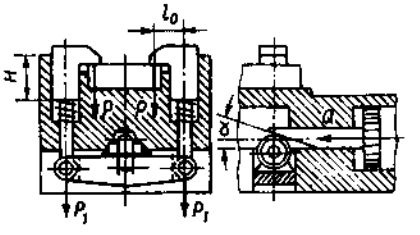
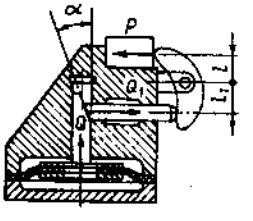
(tiếp bảng 8-52)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA CHÊM	
26		$Q = P.\left[tg(\alpha + \varphi_{1np}) + tg\varphi_2\right]\frac{1}{\eta}$ $tg\varphi_{1np} = q\varphi\frac{d}{D}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát . $tg\varphi_{1np}$- hệ số ma sát trên cần và lỗ dẫn hướng piston $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt nghiêng.
27		- Co đỡ chiều trục : $Q = (P_1 + P_2).\ [tg(\alpha+\varphi) + tg\varphi_1]$ P_1 - lực làm biến dạng cánh ống kẹp. P_2 - lực kẹp phôi. φ - góc ma sát trên phần côn ống kẹp. $tg\varphi_1$ - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
28		$Q = P.tg(\alpha+\varphi).n + q$ P- lực kẹp truyền tới bởi một bi. tgφ - hệ số ma sát giữa côn và bi. n - số bi: n = 3.
29		$Q = P.tg(\alpha+\varphi).\frac{n}{\eta}$ tgφ - hệ số ma sát trên mặt côn . n - số cần kẹp: n = 3. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát trên mặt hướng của cần.

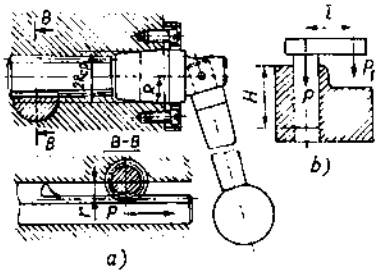
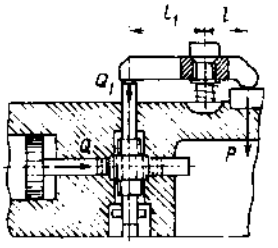
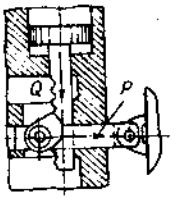
(tiếp bảng 8-52)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA CHÊM VÀ HỆ ĐÒN.	
30		$Q = P.\dfrac{l}{l_1 + ctg\alpha.l_2}.\dfrac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát của các khâu.
31		$Q = \left(p.\dfrac{l}{l_1.\eta_1} + q\right)\left[tg(\alpha + \varphi_{1np}) + tg\varphi_2.\dfrac{d}{D}\right].\dfrac{1}{\eta}$ $Q = (Q_1 + q)\left[tg(\alpha + \varphi_{1np}) + tg\varphi_2.\dfrac{d}{D}\right].\dfrac{1}{\eta}$ q - lực nén lò xo con trượt. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát . $tg\varphi_{1np}$ - hệ số ma sát trên cần và lỗ dẫn hướng piston $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt nghiêng. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên cần piston.
32		$Q = \left(\dfrac{P}{T} + q\right)\dfrac{l}{ctg\alpha.l_1 - l_2}.\dfrac{1}{\eta_\Sigma}$ $Q = (P_1 + q)\dfrac{l}{ctg\alpha.l_1 - l_2}.\dfrac{1}{\eta_\Sigma}$ với $P_1 = \dfrac{l}{1 - \dfrac{3.l_0}{H}.f_2}$ f_2 - hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng khối V. η = 0,80 ÷ 0,85.
33		$Q = P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].r.\dfrac{1}{l_1.l_2}\dfrac{1}{\eta}$ $Q = P_1[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].r.\dfrac{1}{l_1.l_2}.\dfrac{\cos\alpha_0}{\eta}$ $Q = Q_1\dfrac{[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]}{l_2}r$ α - góc nâng của bánh lệch tâm. $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt làm việc của bánh lệch tâm. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên trục bánh lệch tâm. r - bán kính cong bánh lệch tâm tại vị trí làm việc. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .

(tiếp bảng 8-52)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
34		$Q = P.\frac{l}{T(l_1 + ctg\alpha.l_2)}.\frac{1}{\eta}$ $Q = P.\frac{l}{l_1 + ctg\alpha.l_2}.\frac{1}{\eta}$ với $P_1 = \frac{P}{1 - \frac{3.l_0}{H}.f_2}$ f_2 - hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng của thanh kẹp. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
35		$Q = P.\frac{l}{l_1}tg\alpha.\frac{1}{\eta} = P_1 = \frac{P}{1 - \frac{3.l_0}{H}.f_2}$ f_2 - hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng cần piston. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở các khâu .
36		$Q = P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]\frac{l + l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $Q = Q_1[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].\frac{1}{\eta}$; $Q_1 = P.\frac{l + l_1}{l_1}$ $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát nghiêng. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên dẫn hướng. $\eta = 0,80 \div 0,85$.
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA CHÊM VÀ HỆ ĐÒN.	
37		$Q = 2.\left(\frac{P}{T} + q\right).[tg(\alpha + \varphi_{tmp}) + tg\varphi_2]\frac{1}{\eta}$ $Q = 2.(P_1 + q).[tg(\alpha + \varphi_{tmp}) + tg\varphi_2]\frac{1}{\eta}$ $P_1 = P.\frac{1}{1 - \frac{3.l_0}{H}.f_2}$ $tg\varphi_{tmp}$- hệ số ma sát trên cần và lỗ dẫn hướng piston $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt chêm. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên cần dẫn hướng chêm. f_2 - hệ số ma sát trên mặt cam.
38		$Q = P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]\frac{l_1}{l}.\frac{1}{\eta}$ $Q = Q_2[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]\frac{1}{\eta}$ với $Q_1 = P.\frac{l_1}{l}$ $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt chêm. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên cần dẫn hướng chêm. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .

(tiếp bảng 8-52)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
	TRUYỀN MÔMEN QUAY M_q QUA ĂN KHỚP RĂNG	
39		a) $M_q = P.r.\left(1 + \frac{f}{\sin\alpha + \cos\alpha}.\frac{R_{tb}.Z}{20.r}\right).\frac{1}{\eta}$ $r = \frac{m.Z}{2}$; m -môđun răng Z - số răng của bánh răng; Z = 17. b) $P = \frac{P_1}{1 - \frac{3l}{H}.f}$
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA BÁNH RĂNG TRỤC VÍT VÀ ĐÒN KẸP.	
40		$Q = P.\frac{r_{tb}}{R}.tg(\alpha + \varphi).\frac{l_1}{l}.\frac{1}{\eta}$ $Q = Q_1.\frac{r_{tb}}{R}.tg(\alpha + \varphi)$ với $Q_1 = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ R - bán kính trung bình của bánh răng. r_{tb} - bán kính trung bình của ren con trượt. α - góc nâng của ren. φ - góc ma sát trên ren. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA ĂN KHỚP REN VÀ BÁNH LỆCH TÂM.	
41		$Q = P.\frac{tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2}{R}.r$ $r = \frac{0,5.D + e.\sin\beta}{\cos\alpha}$ R - bán kính trung bình của bánh răng. r - bán kính cong tại điểm làm việc. α - góc nâng của bánh lệch tâm $tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt làm việc của bánh lệch tâm. $tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên trục bánh lệch tâm. D - đường kính bánh lệch tâm tròn. e - độ lệch tâm. β - góc quay của bánh lệch tâm khi kẹp.

+ Cơ cấu kẹp: chêm - bánh lệch tâm.

Ký hiệu:

α - góc nâng của mặt cong bánh lệch tâm.

r - khoảng cách giữa tâm quay mặt làm việc của bánh lệch tâm (bán kính cong tại vị trí làm việc).

e - độ lệch tâm.

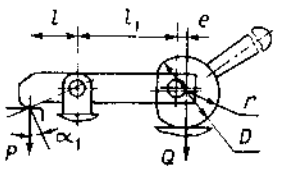
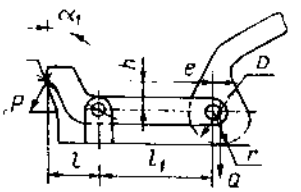
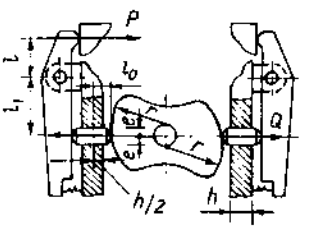
β - góc quay của bánh lệch tâm khi kẹp.

η - hệ số phụ thuộc vào ma sát.

$tg\varphi_1$ - hệ số ma sát trên mặt làm việc của bánh lệch tâm.

$tg\varphi_2$ - hệ số ma sát trên trục quay của bánh lệch tâm.

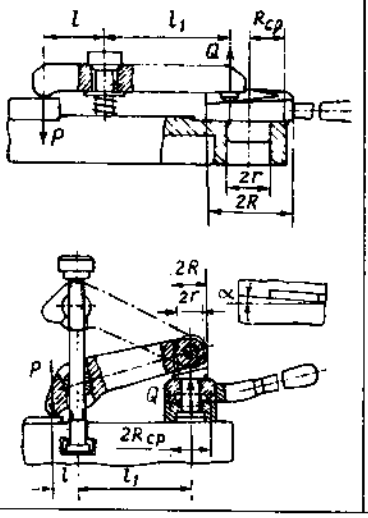
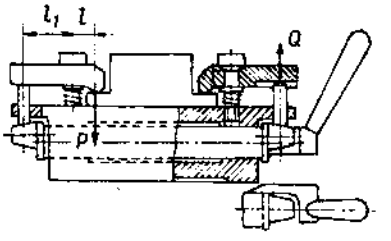
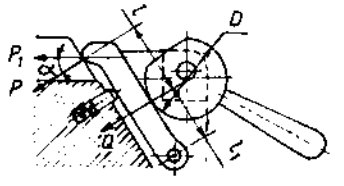
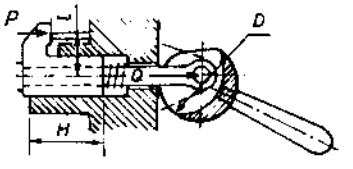
Bảng 8-53. *Tính cơ cấu chêm- bánh lệch tâm.*

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
1		$M_\Sigma = P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].r.\frac{l_1}{l}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = Q[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]r$ với $Q = P.\frac{l_1}{l}.\frac{1}{\eta}$; $P_1 = \frac{P}{\cos\alpha_1}$
2		$M_\Sigma =$ $= P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2].\frac{r}{l_1}.(\sin\alpha_1.l + \cos\alpha_1.h).\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = P[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]r$ $Q = P.\frac{\sin\alpha_1.l + \cos\alpha_1.h}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $tg\alpha = \frac{e.\cos\beta}{0,5 + e.\sin\beta}$
3		$M_\Sigma = 2.P.\frac{[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]}{1 - tg\varphi_3.K}.r.\frac{1}{l}\frac{1}{\eta}$ $M_e = 2.Q_e.[tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2]r$ Với $Q_e = Q.\frac{1}{1 - tg\varphi_3.K}$; $Q = P.\frac{l_1}{l}.\frac{1}{\eta}$; $K = \frac{3.l_0}{h}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát ở vùng mỏ kẹp. $tg\varphi_3$ - hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng của các con trượt.

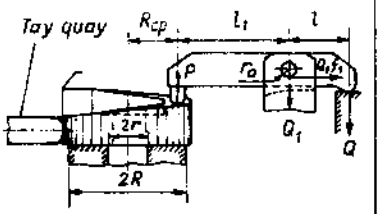
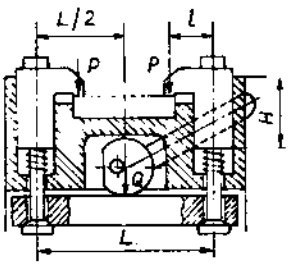
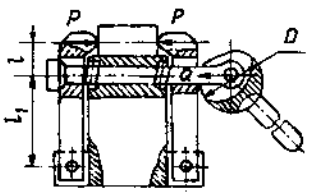
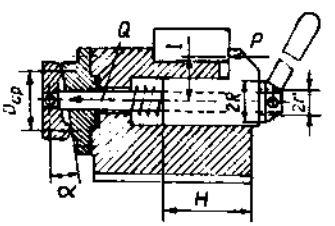
Giá trị $(1 - tg\varphi_3.K)$ khi cho h và l_0 và cho $tg\varphi_3 = 0,1$

h	l_0											
	6	7	8	8	9	10	11	12	13	16	18	20
10	0,82	0,79	0,76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	0,84	0,82	0,80	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	0,84	0,82	0,80	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,84	0,82	0,80

(tiếp bảng 8-53)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
4		$M_\Sigma = P.P.\left[R_{cp}tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]\frac{1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = P.\left[R_{cp}tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ với $Q = P.\frac{1}{l_1}\frac{1}{\eta}$ f - hệ số ma sát trên mặt tỳ của bánh lệch tâm. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát
5		$M_\Sigma = 2.P.\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = 2.Q.\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r$ với $Q = P.\frac{1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; α - góc nâng của lệch tâm côn. η - hệ số phụ thuộc vào ma sát
6		$M_\Sigma = P..\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r.\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = Q.\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r$ với $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; $P_1 = P.\cos\alpha_1$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát
7		$M_\Sigma = P.\left(\frac{P}{T}+q\right).\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r$ $M_\Sigma = Q\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right]r$ $Q = \frac{P}{1-\frac{3.l}{H}.f}+q$; $T = 1-\frac{3.l}{H}.f$; q — lực nén lò xo. f — hệ số ma sát trên mặt hướng trượt; P < Q

(tiếp bảng 8-53)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
8		$M_\Sigma = Q.\left[R_{cp}.tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right].\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ Mômen tác dụng vào tay quay để có lực P là: $M = P.R_{tb}.tg(\alpha+\varphi_1)$ Vì mất mát do ma sát ở mặt dưới cam cần mô mômen bổ sung là: $M_b = \frac{2}{3}P\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f$; $M_\Sigma = M + M_b$ $M_\Sigma = P.\left[R_{cp}.tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $P = Q.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; f- hệ số ma sát ở mặt dưới cam. $tg\varphi_1$- hệ số ma sát ở mặt làm việc của cam.
9		$M_\Sigma = 2.\left(\frac{P}{T}+q\right).\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].\frac{r}{\eta}$ $M_\Sigma = Q\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].r$ $Q = \left[\frac{P}{1-\frac{3.l}{H}.f}+q\right].\frac{1}{\eta}$; $T = 1-\frac{3.l}{H}.f$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát
10		$M_\Sigma = 2.(P+q)\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{r}{\eta}$ $M_\Sigma = Q\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].r$ với $Q = 2.(P+q)\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát
11		$M_\Sigma = \left(\frac{P}{T}+q\right).\left[\frac{D_{cp}}{2}tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f_0\right].$ $M_\Sigma = Q\left[\frac{D_{cp}}{2}tg(\alpha+\varphi_1)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f_0\right].$ $Q = \left(\frac{P}{1-\frac{3.l}{H}.f}+q\right)$ f_0 - hệ số ma sát trên mặt đầu tay quay. P luôn nhỏ hơn Q

+ *Cơ cấu kẹp bằng vít.*

Ký hiệu:

d_{tb} - đường kính trung bình của ren vít.

α- góc nâng ren.

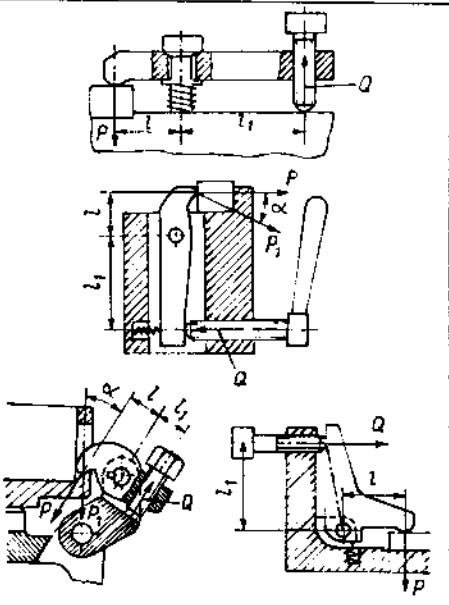
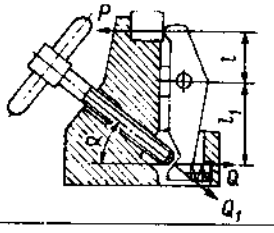
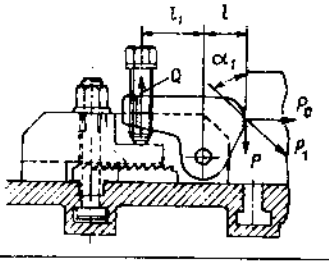
η- hệ số phụ thuộc vào ma sát.

R- bán kính đường tròn ngoài của mặt đầu đai ốc.

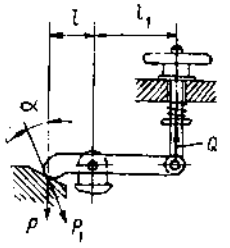
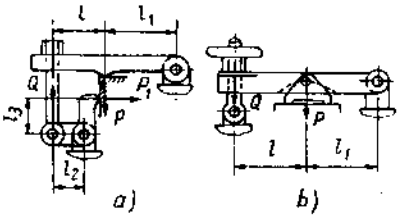
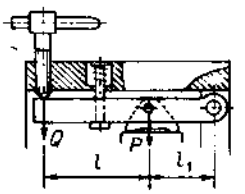
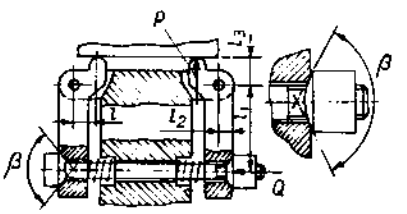
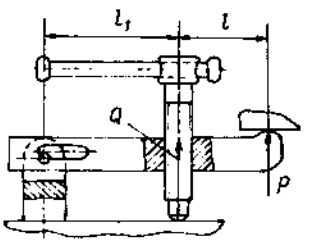
r- bán kính đường tròn trong của mặt đầu đai ốc.

f - hệ số ma sát ở mặt đầu đai ốc.

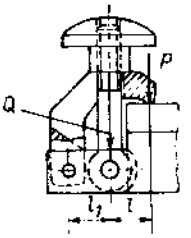
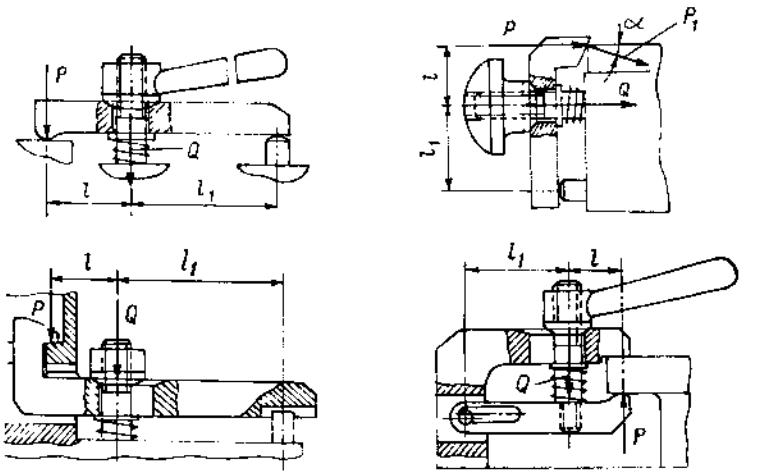
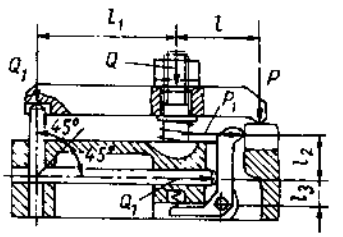
Bảng 8-54. *Tính cơ cấu kẹp bằng vít.*

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
1		$M_{\Sigma} = P.\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha+\varphi)\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_{\Sigma} = Q.\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha+\varphi)$ $Q = \frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta} = P_1\frac{l}{l_1}.\cos\alpha.\frac{1}{\eta}$
2		$M_{\Sigma} = P.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\cos\alpha}\frac{1}{\eta}$ $M_{\Sigma} = Q_1\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$ $Q_1 = \frac{Q}{\cos\alpha}$; $Q = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$; $Q_1 = P\frac{1}{l_1}.\frac{1}{\cos\alpha}.\frac{1}{\eta}$
3		$M_{\Sigma} = P.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_{\Sigma} = Q_1\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$ với $Q = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}$ tgφ- hệ số ma sát đối với dạng ren đã cho. $P_0 = \frac{P}{ctg\alpha}$; ; $P_1 = \frac{P}{\cos\alpha}$

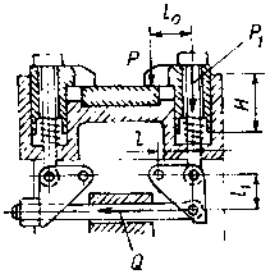
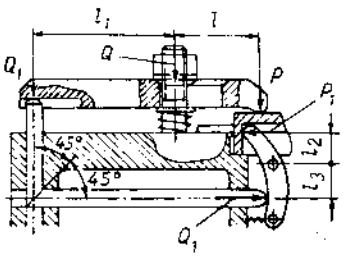
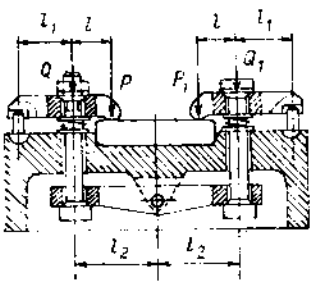
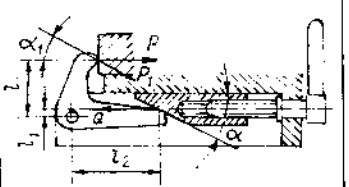
(tiếp bảng 8-54)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
4		$M_\Sigma = \left(P.\frac{l}{l_1.\eta} + q\right)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $M_\Sigma = (Q+q)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $Q = \frac{l}{l_1.\eta}$; $Q_1 = \frac{l}{l_1}.\frac{\cos\alpha}{\eta}$ q- lực nén lò xo. $tg\varphi_{np}$- hệ số ma sát quy đổi của mặt ren.
5		$M_\Sigma = P.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]\frac{l_1}{l+l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $Q = P.\frac{l_1}{l+l_1}.\frac{1}{\eta}$; $P_1 = Q.\frac{l_2}{l_3}.\eta$ R, r, f- giống như các phần trên.
6		$M_\Sigma = P.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np})\frac{l_1}{l+l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = Q.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np})$ $Q = \frac{l_1}{l+l_1}.\frac{1}{\eta}$
7		$M_\Sigma = P.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right].\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta} + 2q$ $M_\Sigma = (Q+2q).\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi_{np}) + R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$ $Q = P.\frac{l}{l_1} + 2q$ φ- góc ma sát trên ren. R- bán kính cầu ở mặt đầu đai ốc. β- góc côn trên đòn kẹp tiếp xúc với đầu của đai ốc.
8		$M_\Sigma = P.\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$ $M_\Sigma = Q.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$; với $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1}$ P luôn nhỏ hơn Q

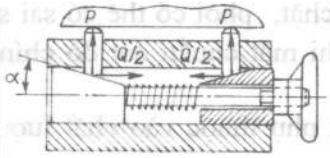
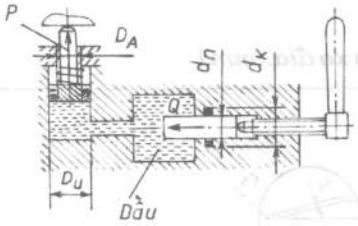
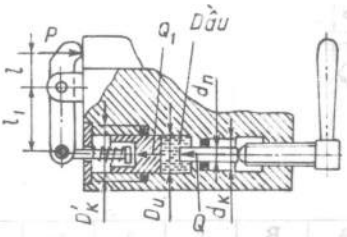
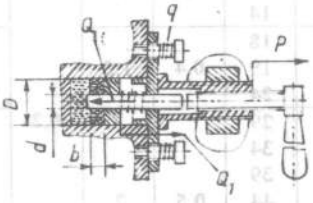
(tiếp bảng 8-54)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
9		$M_\Sigma = P.\frac{l+l_1}{l_1}.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+\frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $M_\Sigma = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+\frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ với $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1}$ **P luôn nhỏ hơn Q**
10		$M_\Sigma = (P.\frac{l+l_1}{l_1}+q)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$ $M_\Sigma = (Q+q).\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$; $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1}+q$; $P_1 = \frac{P}{\cos\alpha_1}$ R- bán kính cầu ở đầu đai ốc; β- góc côn trên lỏ đòn kẹp.
11		$M = (P.\frac{l+l_1}{l_1}+q)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$ $M = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$; $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1}+q$; mặt khác $P_1 = (Q-q).\frac{l+l_1}{l_1}\frac{l_3}{l_2+l_3}\eta$. $Q = Q_1.\frac{l+l_1}{l_1}+q$; $Q_1 = P_1.\frac{l_2+l_3}{l_3}\eta$.; η.=0,7 ÷ 0,8

tiếp bảng 8-54)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
12		$M_\Sigma = 2\left(\frac{P}{1-\frac{3l_0}{H}f_2} - q\right)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+\frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]\frac{1}{l_1.\eta}$ $M_\Sigma = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ với $Q = 2P_1.\frac{1}{l_1.\eta}$; $P_1 = \frac{P}{1+\frac{3l_0}{H}f_2} - q$ **R, r**- bán kính lớn, nhỏ của vòng đệm. f_2- hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng.
13		Phương trình mômen giống ở sơ đồ 11 $P_1 = (Q - q).\frac{l+l_1}{l_1}.\frac{l_3}{l_2}.\eta.$; $Q = Q_1.\frac{l+l_1}{l_1} + q$ $Q_1 = P_1.\frac{l_2}{l_3}.\frac{1}{\eta}$ η- như trên. **P** luôn nhỏ hơn **Q**
14		$M_\Sigma = (P.\frac{l+l_1}{l_1} + q)\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$ $M_\Sigma = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + R.ctg\frac{\beta}{2}.f\right]$; $Q = P.\frac{l+l_1}{l_1} + q$; $P_1 = (Q_1 - q).\frac{l_1}{l+l_1}$; $Q_1 = Q.\eta_1$ η_1- hệ số phụ thuộc vào ma sát . $\eta_1 = 0,7 \div 0,8$ **q**- lực nén lò xo. **R**- bán kính cầu ở đầu đai ốc. β- góc côn lỗ trên đòn kẹp tiếp xúc với đai ốc.
TRUYỀN LỰC KẸP QUA CHÊM - ĐÒN KẸP.		
15		$M_\Sigma = P.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}\right].\frac{1}{ctg\alpha.l_2 \quad l_1}.\frac{1}{\eta}$ $M_\Sigma = P_1.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}\right].\frac{1}{ctg\alpha.l_2 - l_1}.\frac{\cos\alpha_1}{\eta}$ $M = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi) + \frac{2}{3}.\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ với $Q = P.\frac{1}{ctg\alpha.l_2 - l_1}.\frac{1}{\eta}$ η - hệ số phụ thuộc vào ma sát .

tiếp bảng 8-54)

TT	SƠ ĐỒ	CÔNG THỨC TÍNH
16		$M_\Sigma = (2P+q).\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].\frac{1}{\eta_1}$ $M = Q.\left[\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)+\frac{2}{3}\frac{R^3-r^3}{R^2-r^2}.f\right]$ $Q = (2P+q).\left[tg(\alpha+\varphi_1)+tg\varphi_2\right].\frac{1}{\eta_1}$ $tg\varphi_1$- hệ số ma sát trên mặt chêm. $tg\varphi_2$- hệ số ma sát trên mặt dẫn hướng chêm. η_1- hệ số phụ thuộc vào ma sát ở khâu chêm.
	TRUYỀN LỰC KẸP QUA MÔI TRƯỜNG DẦU	
17		$M_P = \left\{\left[\left(P+T_{np}+q\right)\frac{d_n^2}{D_n^2}\right]+T\right\}.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$ $M = (Q+T).\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha+\varphi)$; $Q = \left(P+T_{np}+q\right)\frac{d_n^2}{D_n^2}$ T- mất mát do ma sát giữa gioăng con trượt khi chuyển động. q - lực đẩy của lò xo: $q = (T_u + T_{np}).k$ k - hệ số an toàn: k = 1,2.
18		$M_P = \left\{\left[\left(P.\frac{l}{l_1.\eta}+q\right)+T_{np}\right].\frac{d_n^2}{D_n^2}+T\right\}.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi)$ $M = (Q+T).\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha+\varphi)$; $Q = \left(Q+T_{np}\right)\frac{d_n^2}{D_n^2}$ $Q_1 = P.\frac{l}{l_1}.\frac{1}{\eta}+q$; Các ký hiệu như trên
19		$M_P = \left\{\left[(P+q.n)+T.n\right]\frac{d^2}{D^2-d^2}+T_{np}\right\}.\frac{d_{tb}}{2}tg(\alpha+\varphi$ $M = (Q+T).\frac{d_{tb}}{2}.tg(\alpha+\varphi)$; $Q = \left(Q_1+T_{np}\right)\frac{d^2}{D^2-d^2}$ Các ký hiệu như trên n - số lò xo.

*** Tính cơ cấu kẹp chặt bằng lò xo đĩa.**

Lò xo đĩa được dùng trong các đồ gá tự định tâm và kẹp chặt vào mặt trong hoặc mặt ngoài đã gia công của phôi. Lượng biến dạng đường kính lên tới 0,1 ÷ 0,4mm. Trong quá trình kẹp chặt, phôi có thể có sai số lớn (0,1 ÷ 0,25mm). Độ chính xác định tâm khi mặt chuẩn đạt độ chính xác cấp 6 có thể đạt tới 0,01 ÷ 0,02mm.

Lực kẹp đạt được lớn và tăng hay giảm phụ thuộc vào chất lượng của lò xo đĩa.

Lực chiều trục Q để kẹp chặt bằng một lò xo đĩa để đạt mômen xoắn M_X được xác định như sau (bảng 8-56):

$$Q = K.\frac{M_X}{R.f}.tg(\beta - 2).$$

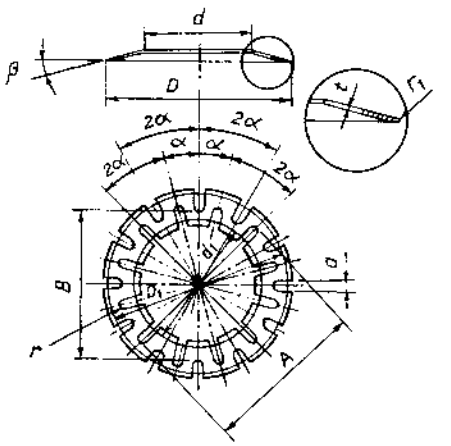
R - bán kính mặt chuẩn định vị, mm.

β - góc nghiêng của lò xo đĩa khi ở trạng thái tự do , (^{0}).

f - hệ số ma sát giữa mặt làm việc của lò xo đĩa và phôi, f = 0,1.

k - hệ số an toàn, k = 1,3.

Bảng 8-55. *Kích thước lò xo đĩa.(mm)*



Z- số rãnh xẻ.

TT	d	D	d_1	D_1	β^0	t	α^0	A	B	r	a	r_1	Z
							Loại hẹp						
1	4	18	7	14	9	0,5	30	11	11	0,2	1,0	0,2	12
2	7	22	11	18				15	14				
3	10	27	15	22			20	19	18	0,4	1,5		1,8
4	10	32	15	27	10	0,75		23	19				
5	15	37	20	32				28	24				
6	20	42	25	37			15	33	29	0,5	2		24
7	25	47	30	42				38	34				
8	30	52	35	47				43	39				
9	35	57	40	52				48	44				
10	40	62	45	57				53	49				
11	45	67	50	62				58	54				
12	50	70	65	67			12	62	58				30

(tiếp bảng 8-55).

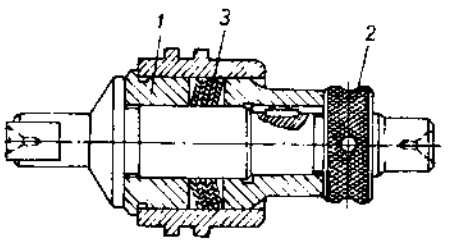
TT	d	D	d_1	D_1	β^0	t	α^0	A	B	r	a	r_1	Z
Loại rộng													
13	46	75	50	70				63	57				
14	50	80	55	75				68	62				
15	55	85	60	80			12	73	67	0,5	2		
16	60	90	65	85				78	72				30
17	65	95	70	90				83	77				
18	70	100	75	95				88	82			0,25	
19	75	105	80	100	12	1,0		93	87				
20	80	110	85	105				98	92				
21	85	115	90	110				103	97				
22	90	120	95	115			10	108	102	1,0	3,0		36
23	95	125	100	120				113	107				
24	100	130	105	125				118	112				

Bảng 8-56. *Giá trị M_X và Q cho lò xo đĩa.(mm)*

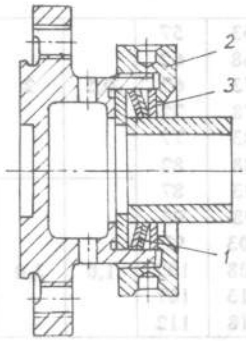
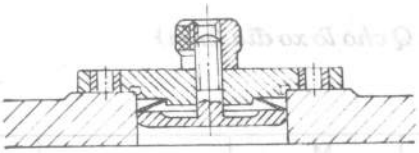
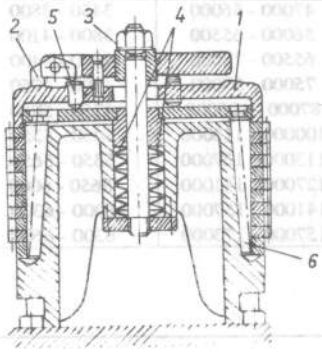
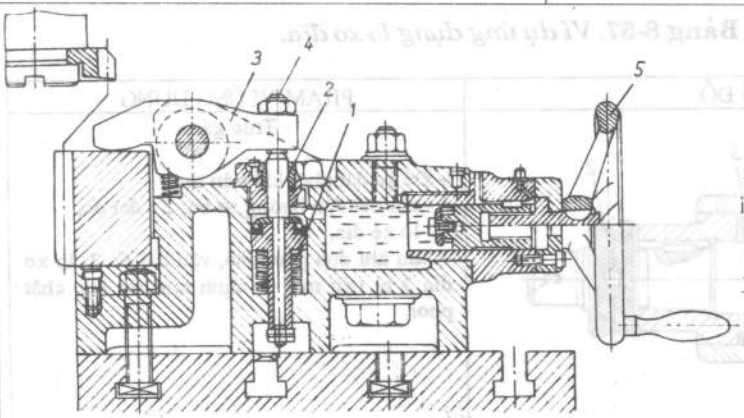
TT	M_X, N.mm	Q, (N)	Δ	TT	M_X N.mm	Q, (N)	Δ
Loại hẹp				Loại rộng			
1	130 - 190	130 - 220		13	31400 - 39000	2850 - 3150	
2	390 - 950	220 - 350	0,12	14	39000 - 47000	3150 - 3450	
3	800 - 1800	320 - 470		15	47000 - 56000	3450 - 3800	
4	1200 - 2700	470 - 700		16	56000 - 65500	3800 - 4100	
5	2700 - 4800	700 - 1000		17	65500 - 75000	4100 - 4400	
6	4850 - 7500	1000 - 1200		18	75000 - 87000	4400 - 4750	
7	7500 - 10800	1200 - 1400		19	87000 - 100000	4750 - 5050	
8	10800 - 14700	1400 - 1700	0,18	20	100000 - 113000	5050 - 5350	
9	14700 - 19000	1700 - 1900		21	113000 - 127000	5350 - 5650	
10	19000 - 24000	1900 - 2100		22	127000 - 141000	5650 - 6000	
11	24000 - 30000	2100 - 2400		23	141000 - 157000	6000 - 6300	
12	30000 - 36000	2400 - 2600		24	157000 - 173000	6300 - 6600	

M_X -momen truyền qua 1 lò xo đĩa, N.mm.
Q - lực chiều trục, N.
Δ - sai lệch đường kính phôi, mm

Bảng 8-57. *Ví dụ ứng dụng lò xo đĩa.*

SƠ ĐỒ	PHẠM VI ỨNG DỤNG
	Trục gá. + Để gá đặt phôi khi tiện tinh. 1 - chi tiết dẫn hướng sơ bộ; 2 - đai ốc; 3 - lò xo đĩa. + Sau khi đưa phôi vào, vặn đai ốc 2, lò xo đĩa 3 bị nén nên nó định tâm rồi kẹp chặt phôi.

(tiếp bảng 8-57)

SƠ ĐỒ	PHẠM VI ỨNG DỤNG
	Mâm cặp. + Để gá đặt phôi khi tiện tinh. + Phôi đặt trực tiếp vào lỗ lò xo đĩa 1; vặn đai ốc 2, qua đệm 3 sẽ nén lò xo đĩa 1 để định tâm và kẹp chặt phôi theo mặt ngoài của nó.
	Bạc dẫn - phiến dẫn. + Để khoan lỗ có tâm bố trí trên vòng tròn. + Định vị, kẹp chặt phiến dẫn trên lỗ chuẩn nhờ lò xo đĩa.
	Trục cắt răng. Sau khi đặt phôi vào vị trí, lắp bộ phận kẹp lên. Phôi sẽ nhấn xuống nhờ chi tiết 1 qua chấu 2. Vặn đai ốc 3, dưới tác dụng của lò xo đĩa 4, truyền qua 5 đến phôi, đồng thời chêm 6 đi xuống định tâm phôi.
	Đồ gá dùng trên máy xọc răng Đồ gá kẹp chặt phôi nhờ lò xo đĩa 1 thông qua con trượt 2 tác dụng lên mỏ kẹp 3. Vị trí của mỏ kẹp 3 được điều chỉnh qua vít 4. Phôi được tháo lỏng nhờ cơ cấu thuỷ lực dưới tác dụng của 5.

*** Tính cơ cấu kẹp chặt bằng bạc mỏng chất dẻo.**

Sử dụng chất dẻo làm môi trường truyền áp lực cho phép tạo ra được những bộ phận kẹp đơn giản và hợp lý. Trong các loại trục gá, mâm cặp, bề mặt định vị của bạc đồng thời là bộ phận kẹp chặt. Nhờ đó đảm bảo độ chính xác, giảm thời gian gá đặt.

Lượng tăng đường kính bề mặt kẹp chặt ΔD là:

$$\Delta D = \delta_{ph} + \delta_k$$

δ_{ph} - khe hở giữa bạc định vị của bạc và phôi.

δ_{ph} - độ căng tạo thành khi kẹp phôi.

ΔD - lượng tăng đường kính bề mặt kẹp chặt phụ thuộc vào vật liệu bạc và chế độ nhiệt luyện.Vật liệu thường dùng là thép cacbon, thép hợp kim với giới hạn đàn hồi sau nhiệt luyện là 700 ÷ 900Mpa,(70-90kG/mm^2).

Khi D < 40mm dùng thép 40Cr, độ cứng sau nhiệt luyện HRC 35 ÷ 40.

Khi D >40mm dùng thép dụng cụ DC 70A, độ cứng sau nhiệt luyện HRC 33 ÷ 36.

Giới hạn đàn hồi cho phép, theo đó tính ΔD, nằm trong khoảng $(0,7 \div 0,8)\sigma_{0,05}$.

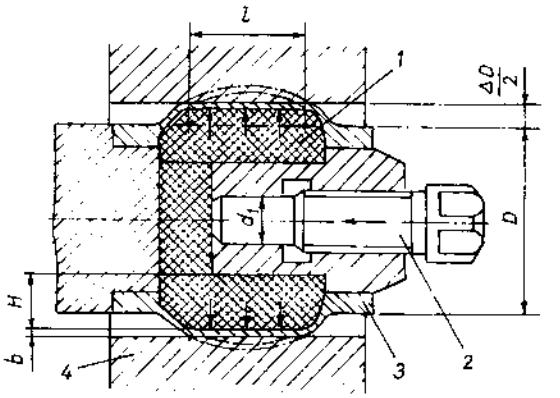
Hợp lý hơn là dùng bạc đàn hồi để định tâm với kẹp chặt các bề mặt chuẩn chính xác cấp 6.

Thực tế dùng bạc thép có giới hạn đàn hồi $\sigma_{0,05}$ = 500÷700Mpa. (50 - 70kG/mm^2).

Khi mặt chuẩn của phôi có kích thước d ≥ 10mm thì độ chính xác là cấp 6; khi d ≥ 25mm thì độ chính xác là cấp 7 và khi d ≥ 900mm thì độ chính xác là cấp 8.

Các công thức để tính toán cơ cấu kẹp chặt bạc mỏng chất dẻo cho trong bảng 8-58:

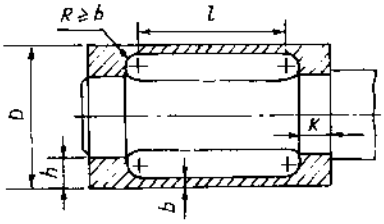
Bảng 8-58. *Tính cơ cấu kẹp chặt bạc mỏng chất dẻo.*



1- Chất dẻo.
2 - Vít.
3 -bạc mỏng để định vị chi tiết.
4 - Phôi.

THÔNG SỐ CẦN TÍNH	KÝ HIỆU	CÔNG THỨC TÍNH
Khe hở lớn nhất giữa mặt chuẩn của phôi và mặt làm đồ định vị của bạc	δ_{max}	- Kẹp vào mặt trong: $D_{emax} - D_{bmin}$ - Kẹp vào mặt ngoài: $D_{bmax} - D_{emin}$
Lượng tăng đường kính bạc định vị cho phép.	ΔD_b	$\Delta D_b = \dfrac{D.\sigma_{0,05}}{E}$ D- Đường kính danh nghĩa của bạc, mm. $\sigma_{0,05}$ = 500÷700Mpa.(50 - 70kG/mm²). E = 210.000Mpa (21000kG/mm²). Trong thực tế với thép hợp kim hoá ΔD = 0,002 ÷ 0,0025mm.
Độ dôi khi kẹp phôi	δ_d	$\delta_d = \Delta D - \delta_{max}$
Độ dầy thành bạc định vị. l - chiều dài phần làm việc của bạc.	b	Kích thước l: ≥ 0,5D; ≤ 0,5D D ≤ 50: 0,015D+0,5; 0,01D+0,25 D ≥ 50: 0,025D; 0,025D
Lực kẹp chống lại xê dịch phôi (kG)	P	$P = 100.\dfrac{2b}{D}.\sqrt{\dfrac{2b}{D}}.\delta_d.D$
Mômen truyền vô (kG.cm)	M	$M = 100.D.b.\sqrt{\dfrac{2b}{D}}.\delta_d$
Chiều cao phần làm việc của chất dẻo	H	$H = 2.\sqrt[3]{D}$
Lượng tăng thể tích buồng chất dẻo khi tăng đường kính bạc.	ΔV	$\Delta V = \pi.D.L.\dfrac{\Delta D_b}{2}$
Lượng giảm thể tích buồng chất dẻo do có bọt không khí trong đó	v	v = 0,002.V V - Thể tích chất dẻo trong buồng làm việc
Lượng dịch chuyển vít 2 theo hướng trục khi kẹp chặt	m	$m = \dfrac{\Delta(\Delta l' + v)}{\pi d_1^2}$
Đường kính con trượt	d_1	$d_1 = (1,5 \div 1,8).\sqrt{D}$

Bảng 8-59. *Tính kích thước bạc (mm).*



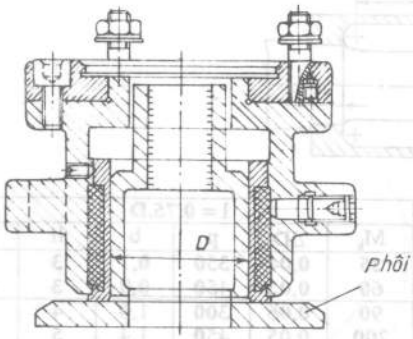
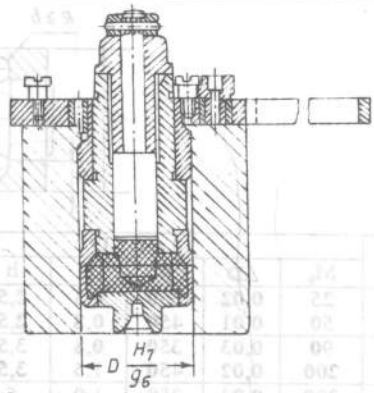
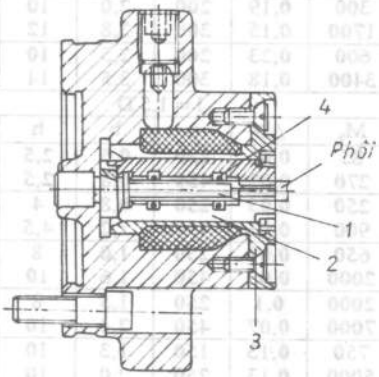
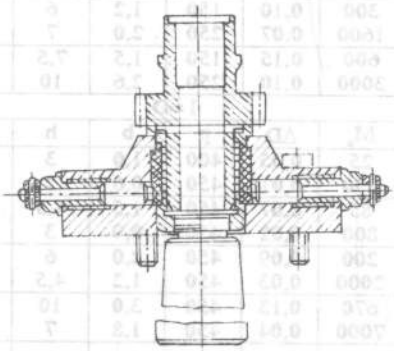
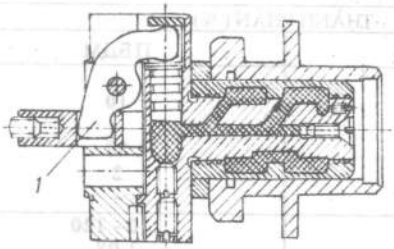
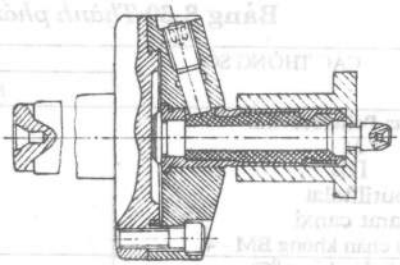
D	l = 0,5.D						l = 0,75.D					
	M_k	ΔD	p	b	h	k	M_k	ΔD	p	b	h	k
20	25	0,02	350	0,5	2,5	4	25	0,04	350	0,7	3	3,5
	50	0,01	450	0,8	2,5	5	60	0,03	450	0,9	3	4,5
30	90	0,03	350	0,8	3,5	5	90	0,06	300	1,0	4	6
	200	0,02	450	1,3	3,5	7	200	0,05	450	1,4	5	7
40	200	0,04	250	1,0	5	6	200	0,08	300	1,4	5,5	8
	450	0,02	450	1,7	6	8,5	450	0,06	450	1,8	6,0	10
60	700	0,05	250	1,5	7	8	750	0,11	350	2,0	8	10
	1500	0,04	450	2,5	8,5	11	1500	0,09	450	2,7	10	12
80	300	0,10	150	1,2	6	10	300	0,19	200	2,0	10	13
	1600	0,07	250	2,0	7	10	1700	0,15	300	2,8	12	15
100	600	0,15	150	1,5	7,5	14	600	0,23	200	2,5	10	15
	3000	0,10	250	2,6	10	15	3400	0,18	300	3,5	14	17
D	l = D						l = 1,5.D					
	M_k	ΔD	p	b	h	k	M_k	ΔD	p	b	h	k
20	25	0,05	400	1,0	3	5	85	0,03	250	0,5	2,5	2,5
	250	0,01	450	0,6	2	6	270	0,02	450	0,8	2,5	5
30	85	0,07	450	1,5	4,5	7	250	0,05	250	0,8	4	5
	800	0,02	450	0,9	3	8	900	0,03	450	1,2	4,5	7
40	200	0,09	450	2,0	6	9	650	0,07	250	1,0	8	8
	2000	0,03	450	1,2	4,5	10	2000	0,05	450	1,6	10	9
60	670	0,13	450	3,0	10	13	2000	0,1	250	1,5	8	10
	7000	0,04	450	1,8	7	13	7000	0,07	450	2,4	10	12
80	-	-	-	-	-	-	750	0,13	150	1,3	10	15
	1600	0,18	450	4,0	12	18	5000	0,13	250	2,0	10	15
100	3100	0,2	450	5,0	15	22	1500	0,22	150	1,6	8	15
	-	-	-	-	-	-	9500	0,17	250	2,5	11	13

M_k - mômen lực cắt , kG.cm
p - áp lực của môi trường chất dẻo khi bạc biến dạng, kG/cm^2.
ΔD - biến dạng của bạc, mm khi áp lực p, kG/cm^2.

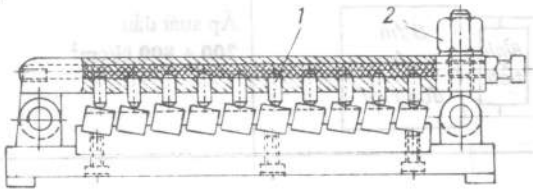
Bảng 8-60 *Thành phần chất dẻo và tính chất của bạc.*

CÁC THÔNG SỐ	THÀNH PHẦN (%)	
	МАТИ-1-4	ПБДМ
Nhựa Policlorovinil		
M	-	10
ПБ	20	-
Dibutilftalat	59,2	88
Stearat canxi	0,8	2
Dầu chân không BM - 4	20	-
Nhiệt độ chảy (^{0}C)	150 - 160	110 - 120
Trọng lượng riêng (kG/cm^2)	1,02	1,08
Độ co rút sau khi nguội (%)	10 ÷ 12	
Điều kiện nhiệt độ làm việc	≤ + 60^{0}C	Từ -20^0 ÷ + 60^0
Phạm vi sử dụng	Khi truyền lực kẹp trong điều kiện mất mát vì ma sát không nhiều	Khi truyền lực kẹp trong điều kiện mất mát vì ma sát lớn hơn

Bảng 8-61. *Một số đồ gá chất dẻo.*

1  Dùng định tâm phôi và kẹp chặt vào mặt trụ ngo	2  Bạc dẫn, phiến dẫn gá đặt trên lỗ chuẩn của phôi.
3  Để định tâm và kẹp chặt phôi đường kính không lớn	4  Mâm cặp để gia công răng.
5  Đồ gá kẹp chặt theo mặt trụ trong của phôi và tỳ mặt đầu.	6  Trục gá để kẹp chặt phôi theo mặt trụ trong và tỳ

(tiếp bảng 8-61).

7 	Đồ gá gá nhiều phôi, gia công trên máy phay. Vặn đai ốc 2, đòn kẹp đi xuống, các chốt trượt 1 choán thể tích chất dẻo làm áp lực tác dụng lên chốt trượt tăng lên, sinh lực kẹp.

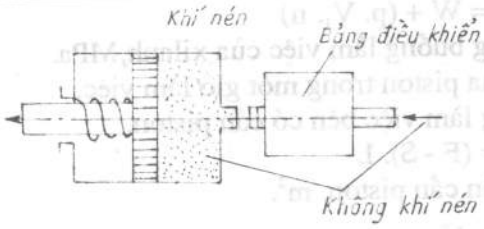
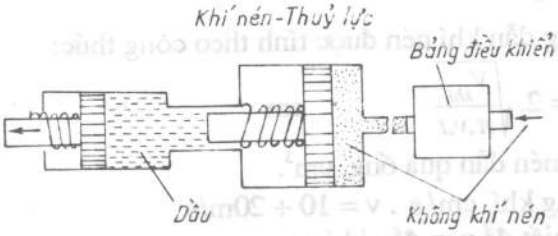
5. Truyền dẫn cơ khí và cơ - thủy lực trong đồ gá.

Một trong các yếu tố để gia công có năng suất cao là mức độ cơ khí hóa việc điều khiển quá trình kẹp chặt phôi, dẫn đến giảm đáng kể thời gian phụ, giảm nặng nhọc cho công nhân, mang lại hiệu quả lớn. Đồng thời nó còn cho phép đạt được lực kẹp rất lớn, điều chỉnh được lực kẹp theo yêu cầu làm việc và không phụ thuộc vào công nhân. Loại đồ gá này thường sử dụng trong sản xuất hàng loạt lớn và hàng khối.

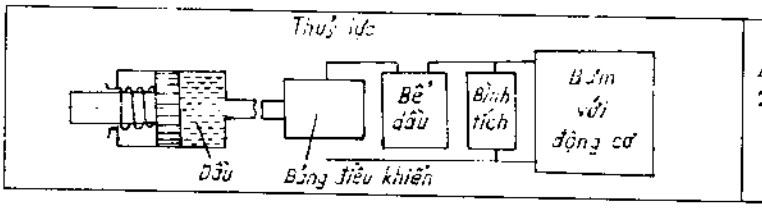
Bảng 8-62. *Thời gian kẹp phôi.*

DẠNG CƠ CẤU KẸP		THỜI GIAN KẸP CHẶT (giây)
Tác dụng vào piston từ truyền dẫn khí nén hoặc thủy lực		0,5 — 1,2
Tác dụng vào lệch tâm hoặc bằng tay.		0,6 — 2,0
Tác dụng vào trục vít bằng tay	Bằng tay quay, bánh đà, đĩa xích	1,5 — 4,2
	Bằng chìa vặn đai ốc	3 — 12
Ê tô, mâm cặp sử dụng chìa vặn.		6 — 18

Bảng 8-63. *Sơ đồ và đặc tính của truyền dẫn cơ khí hóa.*

SƠ ĐỒ TRUYỀN DẪN	NGUỒN LỰC	ĐẶC TÍNH
	Máy nén khí	Áp lực khí 40 ÷ 60N/cm^2.Sử dụng cơ cấu chêm khuyếch đại — thu nhỏ; thanh kẹp. Có thể bố trí bên trong đồ gá hay bên ngoài.
	Máy nén khí	Kết cấu phức tạp hơn. Áp lực khí như trên. Áp suất dầu 200 ÷ 800 N/cm^2

(tiếp bảng 8-63).

	Áp suất dầu 200 ÷ 800 N/cm²

a) Truyền dẫn khí nén.

Điều kiện bất di bất dịch để truyền dẫn khí nén là là đảm bảo cung cấp cho xưởng cơ khí khí nén có áp suất p ≥ 40MPa. Trước khi đưa vào các cơ cấu truyền dẫn khí nén của đồ gá, khí nén phải được làm sạch các hợp chất có hại và nước.

*** Tiêu hao khí.**

Trong quá trình làm việc của các thiết bị truyền dẫn khí nén khi tác dụng tĩnh, tiêu hao khí chỉ xảy ra khi đóng, mở.

Lượng tiêu hao sau một lần đóng, mở phụ thuộc thể tích bộ phận sử dụng khí, chênh lệch áp lực giữa môi trường và buồng làm việc của thiết bị truyền dẫn. Nhiệt độ có ảnh hưởng không đáng kể nên bỏ qua.

Lượng tiêu hao khí trong một thiết bị sau một giây xác định theo số lần đóng mở.

Thể tích khí nén trong buồng làm việc của xilanh xác định như sau:

$$V = F.L \qquad (m^3)$$

F - diện tích tiết diện làm việc của xilanh, m^2.

L - hành trình chạy của piston, m.

Tiêu hao khí trong một xilanh của cơ cấu truyền dẫn:

- Đối với xilanh tác dụng một chiều:

$$W = p.\ V.\ n$$

- Đối với xilanh tác dụng hai chiều:

$$W_1 = W + (p.\ V_1.\ n)$$

p - áp suất khí trong buồng làm việc của xilanh, MPa.

n - số hành trình của piston trong một giờ làm việc.

W_1 - thể tích buồng làm việc bên có cần piston.

$$V_1 = (F - S).\ L$$

S - diện tích tiết diện cần piston, m^2.

*** Tính đường kính ống dẫn.**

Đường kính trong của ống dẫn khí nén được tính theo công thức:

$$d = 2.\sqrt{\frac{V_{khí}}{\pi.v.t}} \qquad cm$$

$V_{khí}$ - thể tích khí nén dẫn qua ống, cm^3.

v - tốc độ của dòng khí, cm/ s . v = 10 ÷ 20m/s.

t - thời gian cần thiết để nạp đầy khí, s.

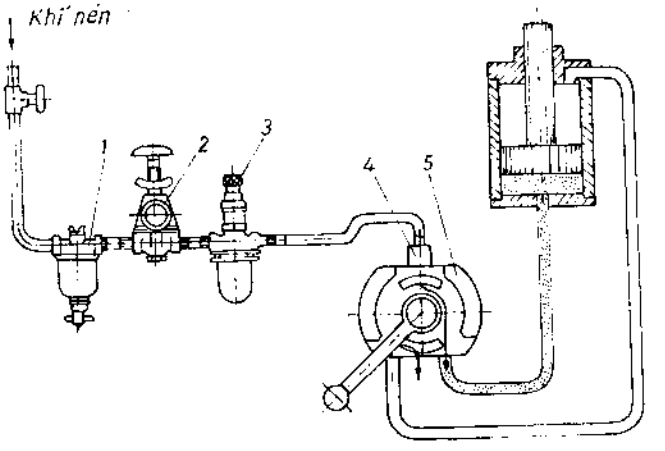
Nếu biết đường kính ống dẫn khí thì xác định được t:

$$t = \frac{4.V_{khí}}{\pi.v.d^2}$$

Đối với khí nén, ống dẫn thường làm bằng ống đồng thau hoặc ống đồng đỏ có đường kính 8;10 và 12mm, dầy 1mm.

*** Sơ đồ dẫn khí nén (hình 8-38)**

Khí nén từ máy nén khí qua bình lọc nước 1, van điều chỉnh áp lực 2, bình phun dầu 3, tại đó phun vào dòng khí nén những hạt dầu nhỏ để bôi trơn các cơ cấu cơ khí. Dòng khí được dẫn qua van một chiều 4 vào van điều khiển 5. Van một chiều chỉ cho phép khí đi theo một chiều và theo hướng ngược lại thì không được, do đó đảm bảo cho cơ cấu chấp hành không bị tụt áp nhanh khi mất nguồn cấp khí nén.

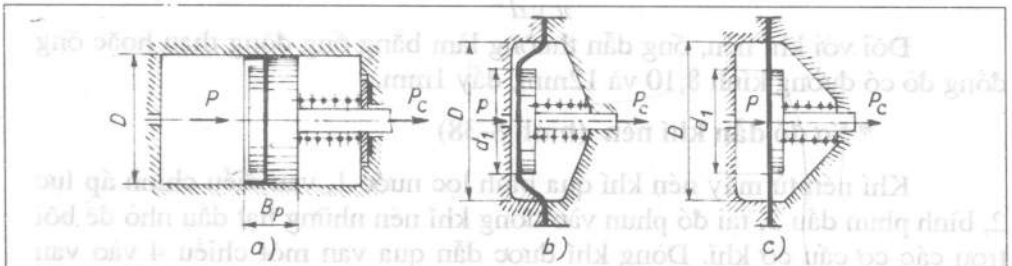


Hình 8-38. *Sơ đồ dẫn khí nén.*

*** Các kiểu truyền dẫn khí nén.**

Kiểu	Lực phụ thuộc vào hành trình cần	Hành trình cần piston	Kết cấu sử dụng	Hao hụt khí
Piston — xilanh	Duy trì lực không đổi với hành trình bất kỳ của cần piston.	Bằng chiều dài buồng làm việc của xilanh.	Kết cấu tương đối phức tạp	Có thể xảy ra khi phá vỡ độ kín khít của gioăng.
Xi lanh — màng	Khi tăng hành trình của cần, lực giảm bởi vì sức bền của màng tăng.	Hành trình cần bị hạn chế, phụ thuộc vào đường kính và tính đàn hồi của màng	Kết cấu đơn giản hơn	Thực tế bỏ qua vì xilanh màng tạo thành hai buồng riêng biệt.

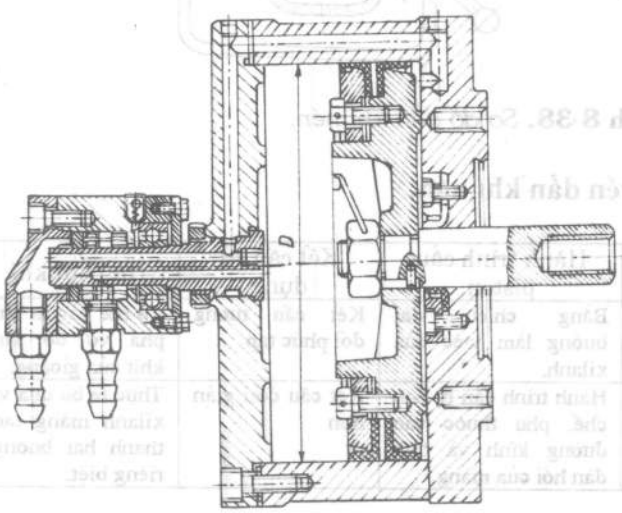
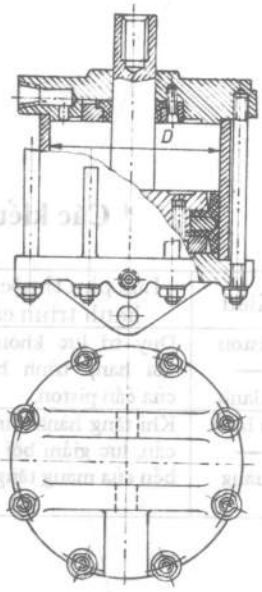
Bảng 8-64. *Tính chất của thiết bị truyền dẫn khí nén tác dụng một chiều.*



Thông số	Truyền dẫn piston (h. a)	Truyền dẫn xilanh - màng	
		Màng dạng đĩa (b)	Màng phẳng (c)
Đường kính D	≥ 10 cm $F \geq 2,5.(F_b + F_c)$	≥ 13 cm	≥ 15 cm
Tỷ lệ đường kính d_1 : D	-	0,65 ÷ 0,70	0,75 ÷ 0,80
Hành trình cần cho phép S	$L - (B_p + l)$	(0,2 ÷ 0,3).D kể từ vị trí ban đầu theo hướng lực tác dụng.	(0,15 ÷ 0,2).D kể từ vị trí ban đầu theo hướng lực tác dụng
			(0,1 ÷ 0,13).D theo hướng ngược lại.

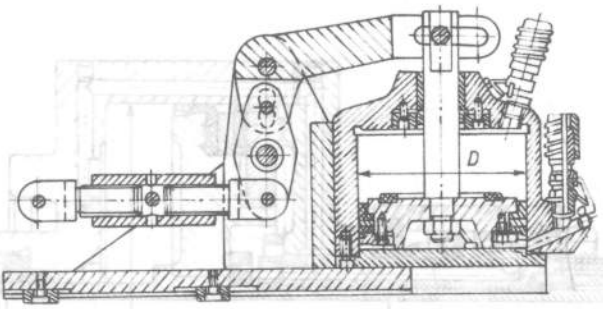
p_{c+} - lực đẩy chỉ cần piston; F - diện tích làm việc của xilanh; Bp - chiều dài piston; F_P - diện tích mặt bên của vòng gioăng piston; F_c - diện tích mặt bên của vòng gioăng cần piston; l - chiều dài phần cần có lò xo.

Bảng 8-65. *Các dạng chính của truyền dẫn piston - xilanh.*

Piston - xilanh tác động hai chiều quay tròn	Piston - xilanh lắc lư
	

(tiếp bảng 8-65).

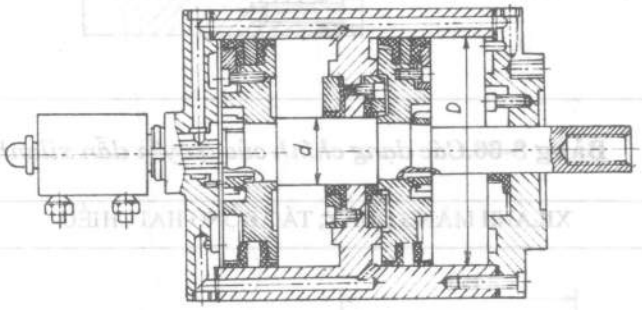
Piston - xilanh có khâu khuyếch đại lực



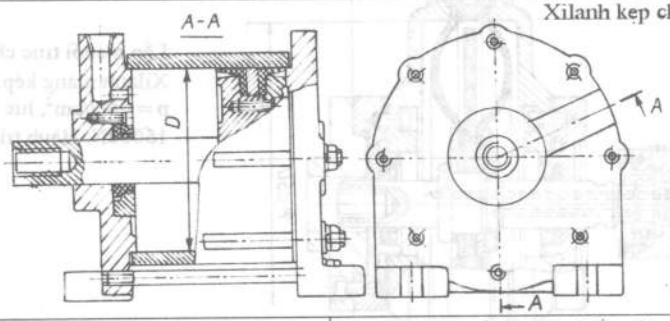
Piston - xilanh có khâu khuyếch đại lực			
D	Lực đẩy cần, (N) khi p, (N/cm²)		
mm	4	5	6
200	12560	15710	18840
250	19630	24540	29450
300	.8270	35340	42410
350	38480	48100	57730
400	50260	62830	75400

Piston - xilanh tác động hai chiều với hai piston			
D	Lực đẩy cần, (N) khi p, (N/cm²)		
mm	4	5	6
150	6900	8630	10360
200	12280	15350	18430
250	19190	23990	28790
300	27640	34550	41460
350	37620	47020	56430

Piston - xilanh tác động hai chiều với hai piston, quay tròn khi d = 0,15D; D - đường kính trong xilanh



Xilanh kẹp chặt bằng vít kẹp ép



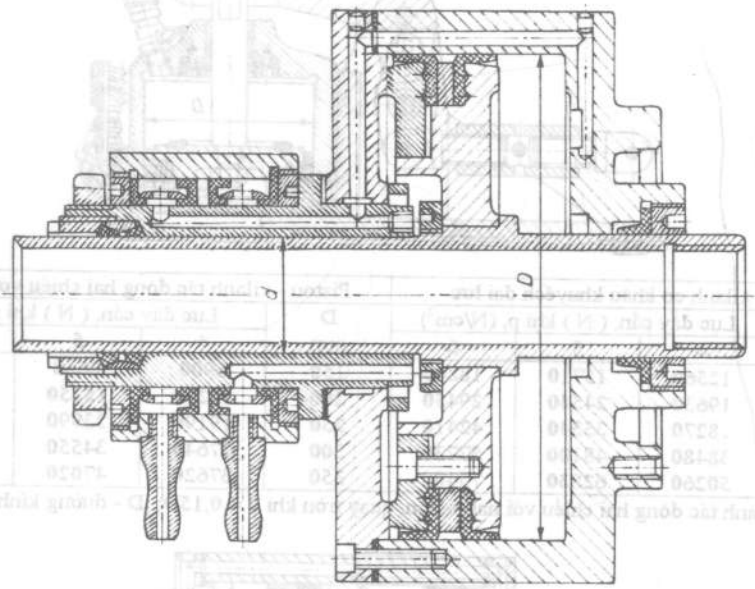
Xilanh kẹp chặt bằng vít kẹp ép			
D	Lực đẩy cần, (N) khi p, (N/cm²)		
mm	4	5	6
150	7070	8840	10600

Xilanh tác động hai chiều ,d = 0,25D quay tròn			
D	Lực đẩy cần, (N) khi p, (N/cm²)		
mm	4	5	6
200	11800	14720	17670
250	18410	23000	27610
300	26470	33080	39700
350	36060	54080	54100
400	47120	58900	70680

D - đường kính xilanh, mm.
Q - lực đẩy cần, N.
p - áp suất khí nén., N/cm²

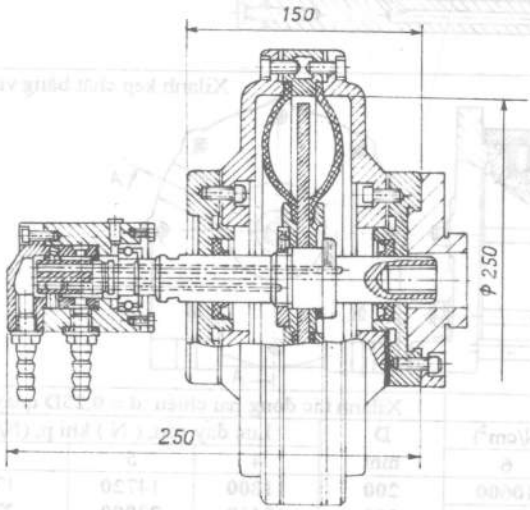
(tiếp bảng 8-65).

Xilanh tác động hai chiều đường kính cần đẩy d = 0,25D quay tròn



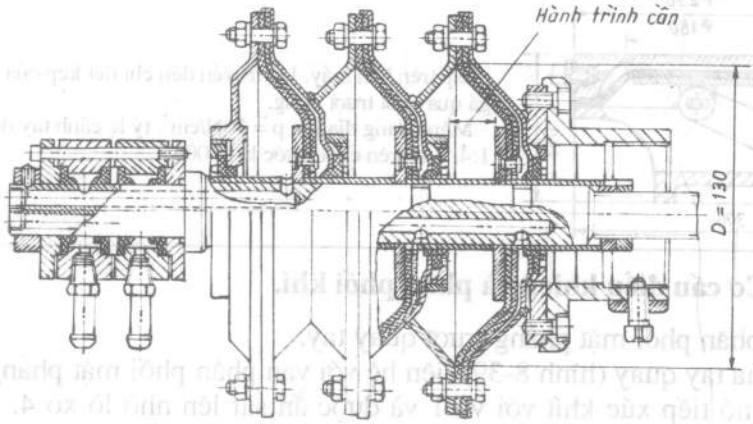
Bảng 8-66. *Các dạng chính của truyền dẫn xilanh - màng.*

XILANH MÀNG QUAY, TÁC ĐỘNG HAI CHIỀU



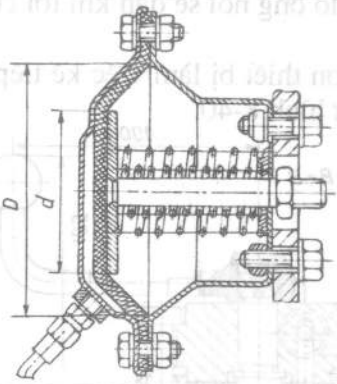
Lắp ở cuối trục chính máy tiện. Xilanh màng kép. Khi Φ 250 và p = 50N/cm², lực kéo ở cần là 15000N. Hành trình cần ≤ 45mm.

(tiếp bảng 8-66).

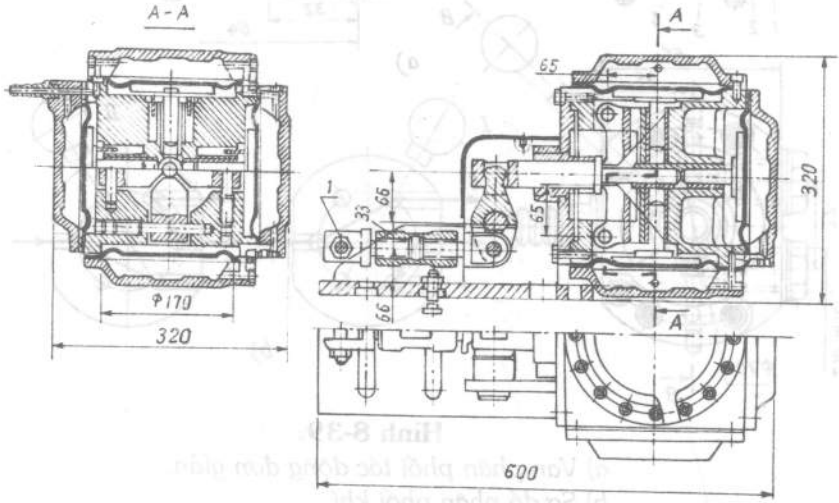


Lắp ở cuối trục chính máy tiện thông qua mặt bích trung gian. Để nâng cao lực kéo, nó gồm ba xilanh màng dạng đĩa. Khi D = 130mm; p = 50N/cm²; lực kéo = 10.000N. Hành trình cần ≤ 40mm.

XILANH MÀNG CỐ ĐỊNH , TÁC ĐỘNG MỘT CHIỀU

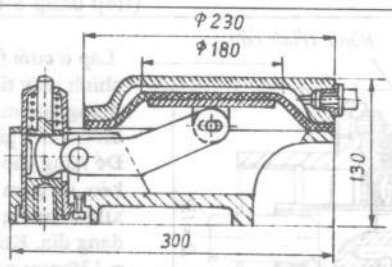


Lắp cố định trên đồ gá. Màng dạng đĩa. Khi D = 178mm; d_1 = 85mm và áp suất khí p=40N/cmm². Lực kéo khoảng 4000N. Hành trình cần ≤ 35 ÷ 45mm.



Lắp trên bàn máy. Bộ phận kẹp chặt của đồ gá bắt trực tiếp với đòn 1. Khi áp suất khí p= 50N/cmm². Lực kéo cần là 30000N. ÷ 35000N.

tiếp bảng 8-66).



Lắp trên bàn máy, lực truyền đến chi tiết kẹp của đồ gá qua chốt trượt đứng.

Màng dạng đĩa khi p = 50N/cm², tỷ lệ cánh tay đòn 1:4. Lực trên chốt trước là 27000N.

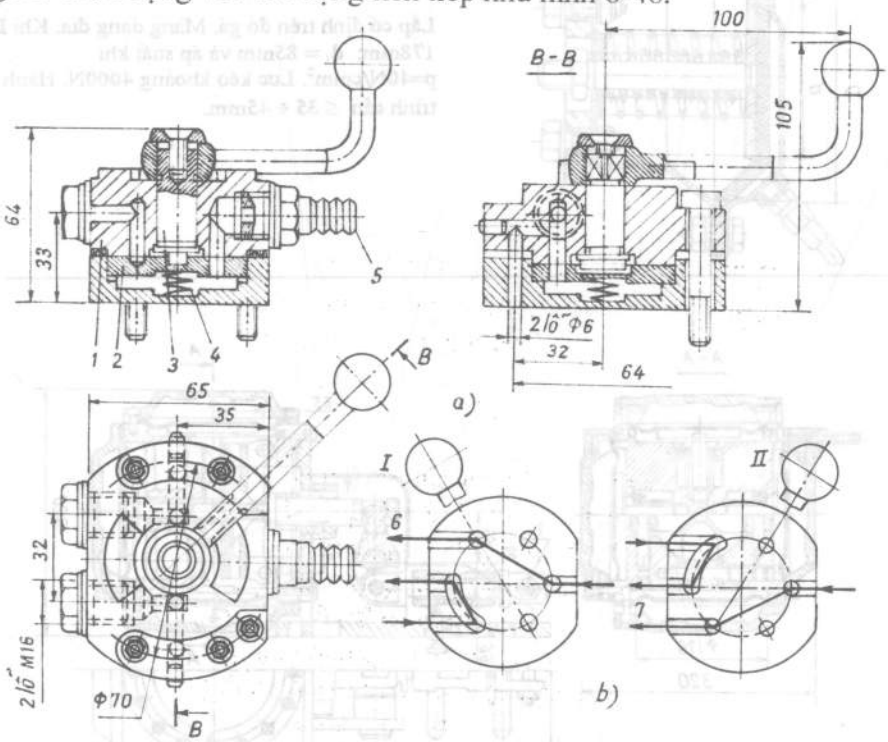
* Cơ cấu điều khiển và phân phối khí.

+ Van phân phối mặt phẳng trượt quay tay.

Trục của tay quay (hình 8-39) liên hệ với van phân phối mặt phẳng 2, mặt trên của nó tiếp xúc khít với vỏ 1 và được ấn sát lên nhờ lò xo 4. Khí nén được cấp vào van qua ống nối 5.

Khi quay tay quay vào vị trí I và II lỗ ống nối sẽ dẫn khí tới cửa lỗ 6 hoặc 7.

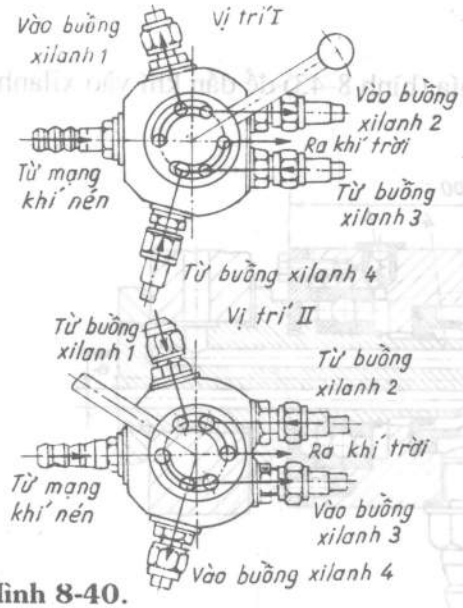
Khi trên đồ gá có hai hoặc nhiều hơn thiết bị làm việc kế tiếp nhau, người ta sử dụng van tác động liên tiếp như hình 8-40.



Hình 8-39.

a) Van phân phối tác động đơn giản.

b) Sơ đồ phân phối khí.

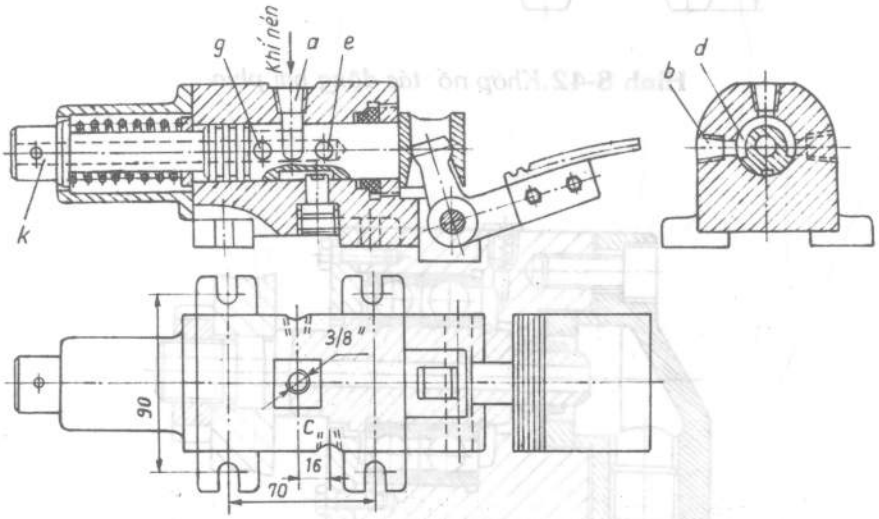


Hình 8-40.
Van phân phối tác động liên tiếp.

+ Van phân phối bàn đạp van trượt hình trụ.

Trong thân van (hình 8-41) có ba lỗ, lỗ trên nối với ống dẫn khí từ nguồn cung cấp khí (máy nén khí), lỗ b và c dẫn tới buồng làm việc của cơ cấu khí nén.

Khi van trượt hình trụ di chuyển theo chiều trục (nhờ bàn đạp), buồng làm việc d nối với cửa dẫn khí vào a bằng các lỗ phân phối b và c qua rãnh g và e. Khí thải ra ngoài qua rãnh k.

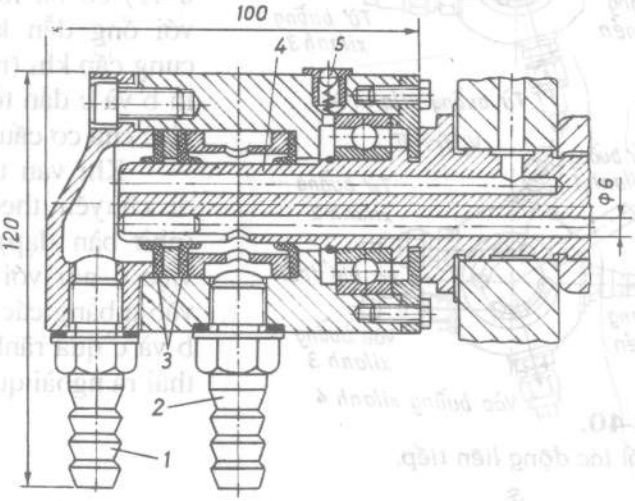


Hình 8-41. *Van phân phối tác động qua bàn đạp.*

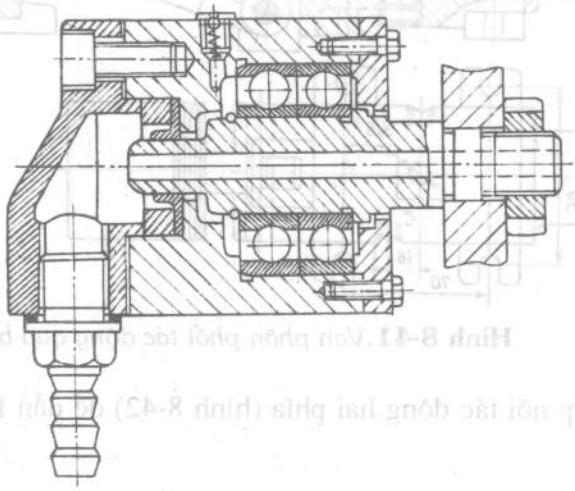
+ Khớp nối tác động hai phía (hình 8-42) để dẫn khí nén vào xilanh quay.

Khí được dẫn vào buồng làm việc của xilanh và từ buồng của xilanh ra ngoài trời theo các ống 1 và 2. Để không bị hở khí giữa mặt trong của khớp và trục 4 người ta sử dụng gioăng 3. Lỗ dầu 5 để bôi trơn ổ bi. Có những loại ổ bi dùng trong trường hợp này cho phép làm việc với tốc độ vòng quay nâng cao.

+ Khớp nối tác động một phía (hình 8-43) để dẫn khí vào xilanh quay (xilanh màng).



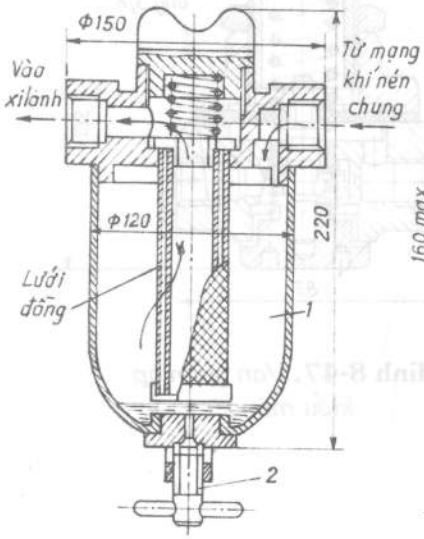
Hình 8-42. *Khớp nố tác động hai phía.*



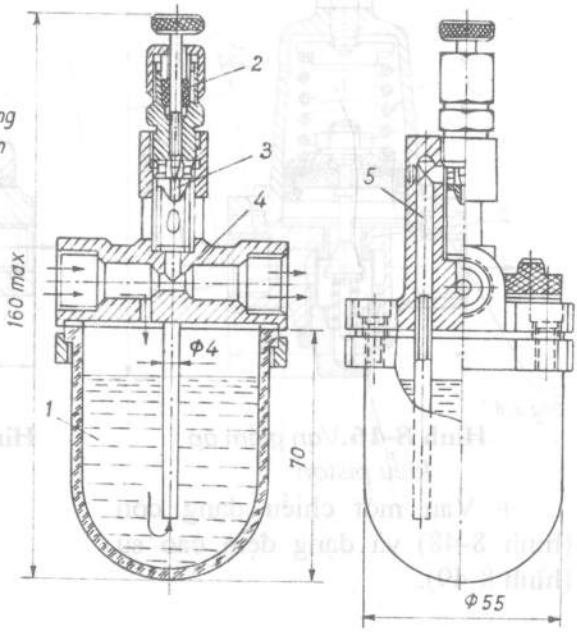
Hình 8-43. *Khớp nối tác động một phía.*

*** Thiết bị dùng trong hệ thống truyền dẫn khí nén.**

+ Cốc lọc ẩm (hình 8-44).



Hình 8-44. *Cốc lọc ẩm*



Hình 8-45. *Cốc phun dầu*

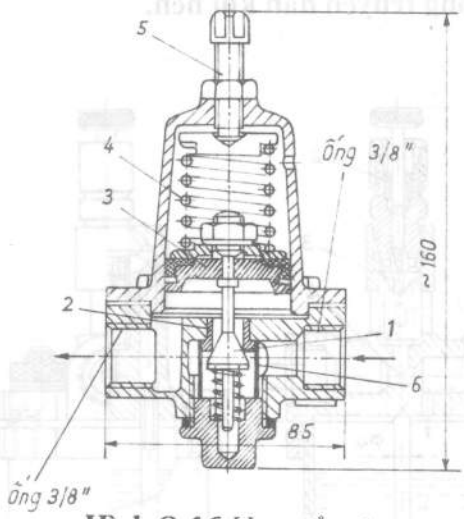
Khí nén từ mạng chung đưa qua cốc 1, tại đó hơi nước ngưng tụ thành nước và có thể tháo ra ngoài qua van xả 2. Lưới đồng sẽ giữ lại bụi và các hợp chất bẩn.

+ Cốc phun dầu (hình 8-45).

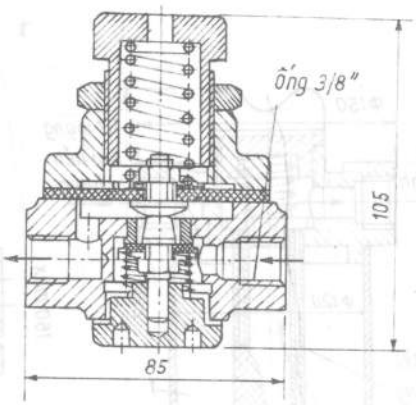
Cốc phun dầu nối với đường dẫn khí bằng lỗ ren. Khí nén từ mạng chính qua cốc lọc ẩm và cốc phun dầu đưa dầu lên phần trên của ống 5 tới miệng phun 3 rồi qua lỗ 4 phun vào dòng khí dẫn qua. Vít 2 để điều chỉnh khe hở của miệng phun 3.

+ Van giảm áp suất khí.

Áp suất khí được điều chỉnh bằng piston nhờ lực đẩy lò xo 4 do vặn vít 5 (hình 8-46). Khi áp suất do lò xo nén cao hơn áp suất khí nén, nó sẽ đẩy pisston 3 đi xuống, đẩy côn 1 xuống làm khe hở giữa côn 1 và bạc 2 lớn lên để khí đi qua. Trong trường hợp ngược lại, áp lực dòng khí từ mạng thấp hơn, tháo lỏng vít 5, để giảm khe hở giữa 1 và 2 làm cho dòng khí sẽ đi qua nó có áp suất cao hơn trước khi đi vào đồ gá. Lưới lọc 6 giữ lại rác bẩn không cho đi vào buồng làm việc của đồ gá.

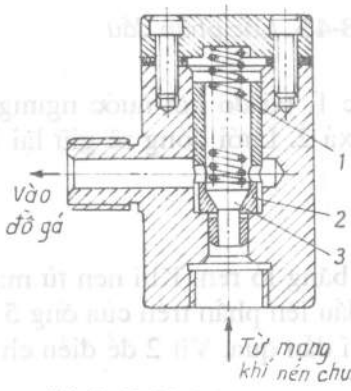


Hình 8-46. *Van giảm áp kiểu piston.*

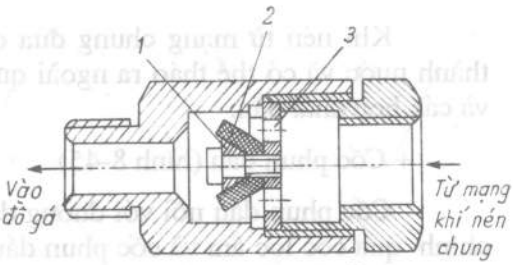


Hình 8-47. *Van giảm áp kiểu màng.*

+ Van một chiều dạng côn (hình 8-48) và dạng đệm cao su (hình 8-49).



Hình 8-48. *Van một chiều dạng côn.*



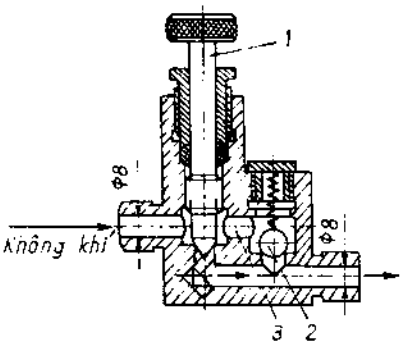
Hình 8-49. *Van một chiều kiểu đệm cao su.*

Khi áp suất khí nén bình thường, điều chỉnh lò xo 1 để đảm bảo khe hở giữa bạc 2 và côn 3 đạt được các yêu cầu của khí đi qua. Khi tụt áp, áp lực của lò xo 1 sẽ đẩy côn 3 đậy kín lỗ trên bạc không cho phép khí đi theo chiều ngược lại để khí nén trong xilanh không bị tụt áp nhanh đảm bảo an toàn (hình 8-48).

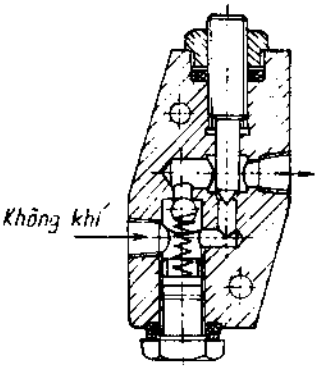
Khi áp lực dòng khí nén bình thường, nó đủ sức đẩy đệm cao su và dẫn khí qua. Khi mạng chung tụt áp, áp suất buồng bên trái sẽ cao hơn, ấn vào đệm cao su theo chiều ngược lại và đậy kín các lỗ, khí không thoát ra ngoài được (hình 8-49).

+ Van tiết lưu (hình 8-50 và 8-51).

Cơ cấu này cho phép khí đi theo hai chiều có tốc độ khác nhau. Khi khí nén đi vào theo chiều mũi tên, viên bi 2 đậy kín lỗ nhờ lò xo do đó khí chỉ đi theo mũi tên chỉ. Khi khí nén đi theo chiều ngược lại, áp suất của nó lớn hơn lực ép lò xo do đó đẩy viên bi lên, mở cửa cho khí đi qua cả rãnh 3 nữa, vít 1 có thể thay đổi khe hở to, nhỏ để khí thoát ra nhanh hay chậm. Trên hình 8-51 nguyên lý làm việc cũng tương tự như hình 8-50.



Hình 8-50. *.Van tiết lưu kiểu I*



Hình 8-51 *Van tiết lưu kiểu II*

*** Tính lực đẩy cần piston - xilanh khí nén.**

+ Xilanh tác dụng một chiều có lực cản lò xo.

- Lực đẩy Q ở cần piston khi có gioăng cao su tròn hình xuyến (hình 8-52).

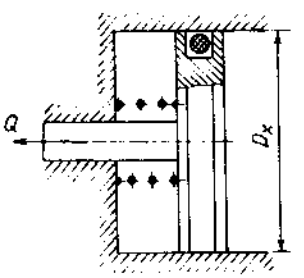
$$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p - \left(T_k.\pi.D_x + q\right)$$

T_k- lực ma sát phụ thuộc vào độ cứng của gioăng hình xuyến và độ nén tương đối của nó, (α) xác định theo hình 8-53, (N).

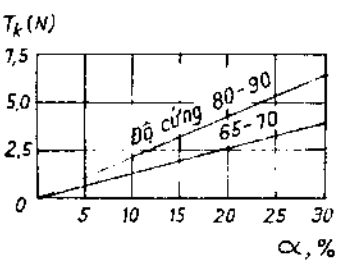
p- áp suất khí nén lên piston, N/cm^2.

q- độ cứng của lò xo, đẩy piston về vị trí xuất phát. $q = T_k.\ \pi.\ D_x\ .k$

k- hệ số an toàn của độ cứng lò xo, k = 1,2.



Hình 8-52. *Sơ đồ giữ kín bằng gioăng cao su hình xuyến.*



Hình 8-53. *Biểu đồ xác định lực ma sát T_k.*

Độ nén tương đối của gioăng hình xuyến (%) là:

$$\alpha = \frac{\gamma}{d} . 100$$

Trong đó:

d- đường kính tiết diện gioăng hình xuyến.

$$\gamma = \frac{D_0 - D_x}{2}$$

D_0- đường kính ngoài của gioăng hình xuyến.

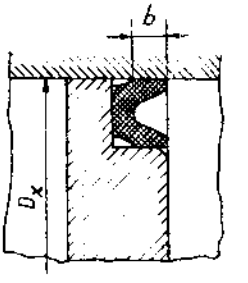
D_x- đường kính xilanh.

- Lực đẩy cần piston khi gioăng màng (hình 8-54).

$$Q = \frac{\pi . D_x^2}{4} . p - (D_x . \pi . b . p . f + q)$$

f- hệ số ma sát.

Hệ số ma sát f của gioăng bằng cao su chịu dầu khi trượt trên bề mặt thép hoặc gang có độ nhám từ cấp 7 ÷ 8 (Ra = 1,25 ÷ 0,63μm), bảng 8-67



Hình 8-54. *Sơ đồ giữ kín bằng gioăng màng*

+ Xilanh tác dụng lực hai phía.

- Lực đẩy cần piston khi giữ kín piston và cân bằng gioăng hình xuyến (piston - một gioăng).

$$Q = \pi . \left[\frac{D_x^2}{4} . p - T_k (D_x + d_c) \right]$$

- Lực đẩy cần piston khi giữ kín bằng gioăng màng (hai gioăng trên piston).

$$Q = \pi . \left[\frac{D_x^2}{4} - \left(2 . D_x . b + d_c . b' \right) f \right] . p$$

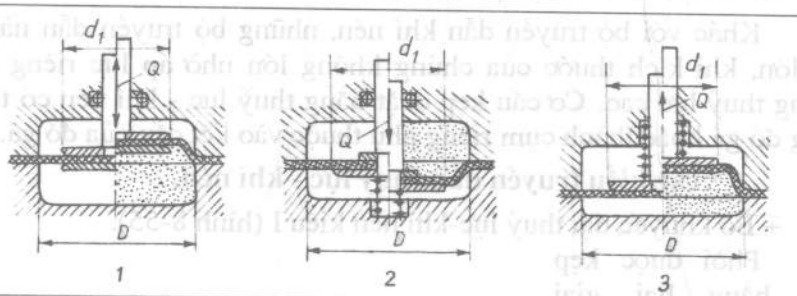
d_c- đường kính cần piston.

b'- chiều rộng phần tiếp xúc của gioăng trên cần với lỗ.

Bảng 8-67. *Hệ số ma sát f của gioăng cao su.*

Chất bôi trơn / Dạng bôi trơn	Dầu	Emunxi	Nước	Khô
Trạng thái chuyển động	0,08	0,18	0,25	0,58
Trạng thái tạm thời		0,33		

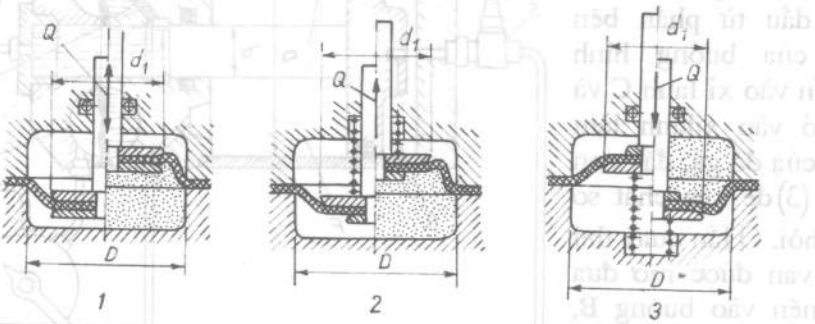
Bảng 8-68. *Công thức tính lực Q trên cần xilanh màng dạng phẳng với gioăng hình xuyến.*



Sơ đồ	Ở vị trí ban đầu của cần		Ở vị trí cuối của cần (khi kẹp chặt)	
	Cần giữ kín bằng gioăng	Không giữ	Cần giữ kín bằng gioăng	Không giữ
1	$0,78.\ d_1^2.p - T_k.\pi.\ d_c$	-	$0,7.d_1^2\ p - T_k.\pi.\ d_c$	-
2	$0,78.\ d_1^2.p-(T_k.\pi.\ d_c+q)$		$0,7.d_1^2\ p - (T_k.\pi.\ d_c+q)$	-
3		$0,78.\ d_1^2\ .p-q$		$0,7.d_1^2\ p - q$

Vật liệu màng: bằng vải cao su; p - áp suất khí nén, N/cm²; q - độ cứng lò xo.

Bảng 8-69. *Công thức tính lực Q trên cần xilanh màng dạng đĩa với gioăng hình xuyến.*



Sơ đồ	Ở vị trí ban đầu của cần		Ở vị trí cuối của cần (khi kẹp chặt)	
	Cần giữ kín bằng gioăng	Không giữ	Cần giữ kín bằng gioăng	Không giữ
1	$0,78.\ d_1^2.p - T_k.\pi.\ d_c$	-	$0,7.\ d_1^2\ p - T_k.\pi.\ d_c$	-
2	$0,78.\ d_1^2.p-(T_k.\pi.\ d_c+q)$		$0,7.d_1^2\ p - (T_k.\pi.\ d_c+q)$	-
3		$0,78.\ d_1^2\ .p-q$		$0,7.d_1^2\ p - q$

Vật liệu màng: bằng vải cao su; p - áp suất khí nén, N/cm²; q - độ cứng lò xo.

Bảng 8-70. *Lực đẩy trên cần đẩy xilanh màng dạng đĩa (p = 40N/cm²).*

Đường kính màng D, mm	Lực trên cần piston Q, khi vật liệu màng khác nhau. (N)			
	Vải cao su		Cao su	
	Vị trí ban đầu	Ở vị trí cân bằng 0,3D	Vị trí ban đầu	Ở vị trí cân bằng 0,22D
125	3500	2700	4750	3750
160	5700	4350	7200	6150
200	9000	6800	10000	9750
250	14000	11000	17300	15500
320	23000	17500	29000	25000
400	36000	27000	46500	42000

b) Truyền dẫn thuỷ lực- khí nén.

Khác với bộ truyền dẫn khí nén, những bộ truyền dẫn này có lực kẹp lớn, khi kích thước của chúng không lớn nhờ áp lực riêng của môi trường thuỷ lực cao. Cơ cấu kẹp chặt bằng thuỷ lực - khí nén có thể bố trí trong đồ gá hoặc thành cụm riêng phụ thuộc vào kết cấu của đồ gá.

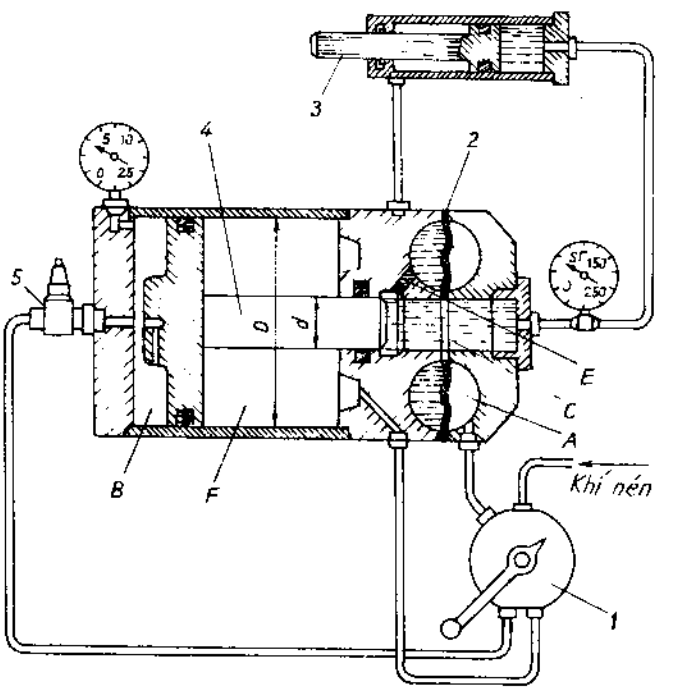
*** các kiểu truyền dẫn thuỷ lực - khí nén.**

+ Bộ khuyếc đại thuỷ lực-khí nén kiểu I (hình 8-55).

Phôi được kẹp chặt bằng hai giai đoạn: sơ bộ và kết thúc.

Để điều khiển quá trình kẹp chặt, sử dụng van phân phối khí 4 vị trí (1).

Ở lần quay thứ nhất, không khí từ mạng chung và buồng A đẩy màng cao su (2), đẩy dầu từ phần bên trái của buồng hình xuyến vào xi lanh C và từ đó vào xilanh làm việc của đồ gá, đẩy con trượt (3) để kẹp chặt sơ bộ phôi. Ở lần quay thứ hai, van được mở đưa khí nén vào buồng B, lúc đó piston và cần đi về phía phải, lỗ E bị che kín và trong xi lanh C được tạo thành áp suất cần thiết để kẹp chặt phôi lần cuối.



Hình 8-55. *Sơ đồ bộ khuếch đại thuỷ lực - khí nén. Kiểu I.*
1. van phân phối; 2. màng cao su; 3. con trượt; 4. cần piston; 5. van giảm áp.

Để tháo lỏng phôi, lần quay van tiếp theo mở khí vào buồng F và vào buồng bên trái xilanh làm việc, đồng thời từ buồng A và B khí nén thoát ra ngoài. Khi đó, piston và cần 4 lùi về vị trí ban đầu, áp suất trong dầu giảm xuống và con trượt 3 tháo lỏng phôi.

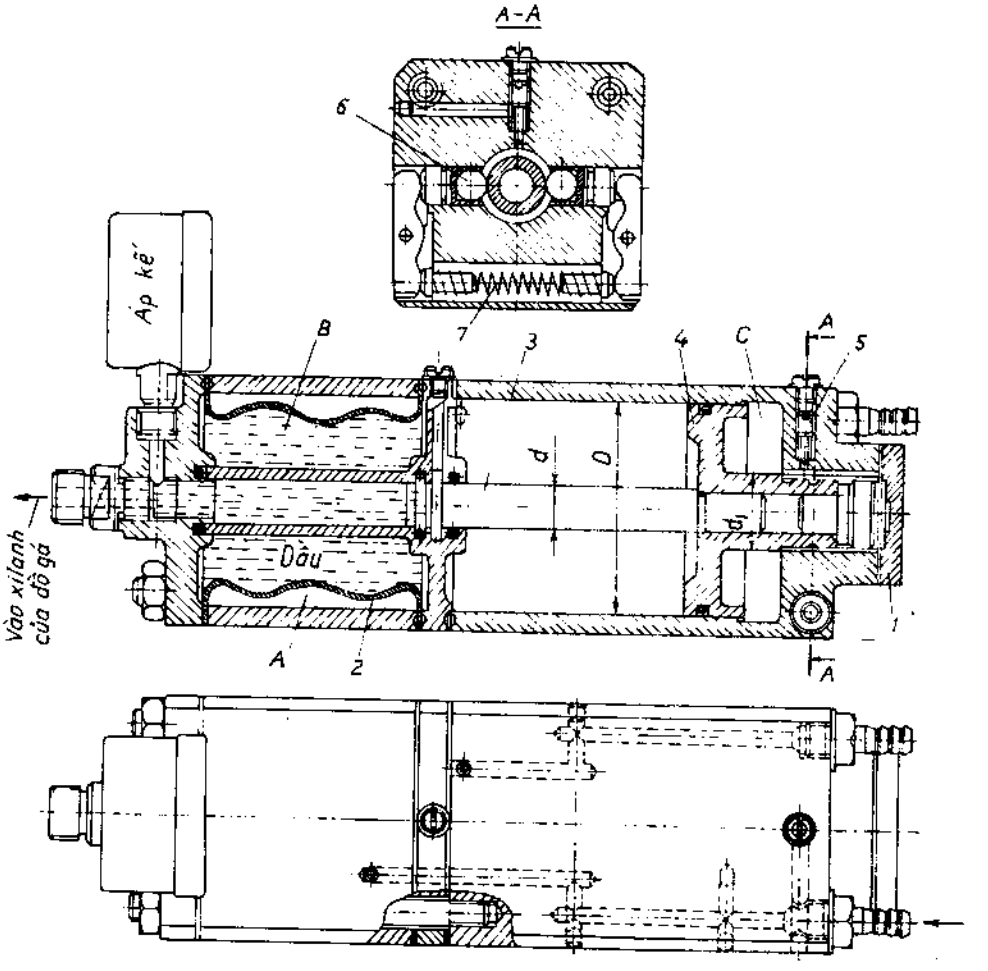
Khi tỷ số D : d = 4 (hình 8-55), thường dùng áp suất khí nén và áp suất dầu như sau:

Áp suất khí nén p, (N/cm²).	20	30	40	50
Áp suất dầu, (N/cm²)	320	480	640	800

Van giảm áp 5 ổn định giá trị áp suất khí đưa vào.

Thể tích buồng xuyến chứa dầu phụ thuộc vào đường kính piston làm việc và số lượng hành trình của con trượt

+ Bộ khuyếch đại thủy lực-khí nén kiểu II (hình 8-56).



Hình 8-56. *Bộ khuếch đại thuỷ lực - khí nén. Kiểu II*

Thiết bị truyền dẫn khí nén như trên hình 8-56, tuy kết cấu có khác kiểu I nhưng sơ đồ làm việc về cơ bản vẫn tương tự. Từ van phân phối 1, khí theo rãnh vào buồng A. Dưới tác dụng của nó, vỏ đàn hồi 2 bị ép lại và dầu trong buồng B chảy vào xilanh làm việc của đồ gá, thực hiện việc kẹp sơ bộ phôi. Khi đó vào thời gian đầu piston 4 đứng vững nhờ bi 6 mà những viên bi này được nén bởi lò xo 7 để điều chỉnh áp suất khí.

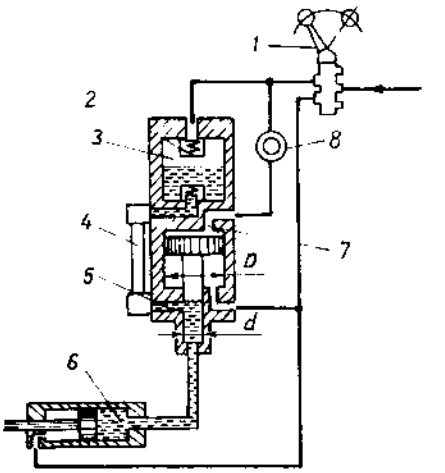
Ngay khi trong buồng C áp suất khí đạt tới giá trị tính toán, piston ép vào bi và bắt đầu di chuyển. Cần 3 tác dụng lên dầu tạo thành áp suất trong xilanh làm việc để kẹp chặt phôi thực sự. Vận tốc của hành trình piston được điều chỉnh bằng van tiết lưu 5.

+ Truyền dẫn thuỷ lực - khí nén kiểu III (hình 8-57).

Kiểu này khác hẳn về kết cấu và nguyên lý làm việc so với hai kiểu trên.

Khí nén từ mạng chung qua van phân phối 1 vào xilanh phía trên 3, đẩy dầu qua ống dẫn dầu 4 vào buồng bên phải của xilanh làm việc 6. Piston của xilanh làm việc di chuyển về phía trái thực hiện việc kẹp chặt sơ bộ phôi. Lúc đó áp suất khí trong buồng trái của xilanh tăng được báo tới van 8. Nó xử lý và mở cửa cho khí vào buồng trên của xilanh khuếch đại 7. Piston của xilanh khuếch đại 7 bắt đầu đi xuống và đậy rãnh 5 (áp suất thấp), nhờ đó áp lực dầu trong xilanh làm việc tăng lên đến trị số cần thiết để kẹp chặt phôi hoàn toàn. Bộ khuếch tán 2, ngăn cản sự khuếch tán khí vào môi trường dầu.

Áp suất dầu khi kẹp chặt hoàn toàn trong trường hợp tỷ số D : d =4 cũng giống như kiểu II (hình 8-56).



Hình 8-57. *Sơ đồ bộ khuếch đại thuỷ lực - khí nén.*
1. van phân phối; 2. bộ khuyếch tán; 3. xilanh trên; 4. ống dẫn dầu; 5. rãnh dầu; 6. xilanh làm việc; 7. xilanh khuyếch đại. 8. van

*** Truyền dẫn cơ - thuỷ lực vào mâm cặp máy tiện.**

Trong vỏ 1 (hình 8-58) lắp đai ốc 2, trên đó kẹp chặt cánh 3 nên cánh 3 nhận được chuyển động quay dưới áp suất dầu bơm vào trong buồng của vỏ 1. Cánh 3 quay đến cối 6, khi đó bạc 4 vặn vào đai ốc 2, được ống 5 đẩy tịnh tiến dọc trục làm quay cánh 3 dẫn đến kẹp chặt hoàn toàn phôi.

Dầu từ bơm qua nối trục phân phối 7 vào buồng làm việc của thiết bị truyền dẫn. Lực kéo đạt tới 50000N khi áp lực dầu là 500N/cm^2. Cơ cấu truyền dẫn này lắp ở cuối trục chính của máy tiện.

*** Tính lực đẩy trên cần xilanh thuỷ lực.**

+ Xilanh tác dụng một chiều có lò xo đẩy lại và một gioăng cao su (hình 8-52).

Lực đẩy:

$$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p - \left[T_k.\pi.D_x + T_M.\frac{\pi.\left(D_x^2 - D_k^2\right)}{4} + q\right]$$

T_M- lực ma sát, phụ thuộc vào áp suất môi trường dầu (hình 8-59).
D_x - đường kính xilanh (lỗ).
D_k - đường kính trong của gioăng cao su trên piston.

+ Xilanh lực tác động hai chiều có gioăng cao su hình xuyến trên cán.

Lực đẩy:

$$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p - \pi.\left[\left(T_k.D_x + T_M.\frac{D_x^2 - D_k^2}{4}\right) + \left(T_k.d_x + T_M.\frac{d_x^2 - d_n^2}{4}\right)\right]$$

d_n - đường kính cần piston.
d_k - đường kính ngoài của gioăng cao su hình xuyến trên cán.

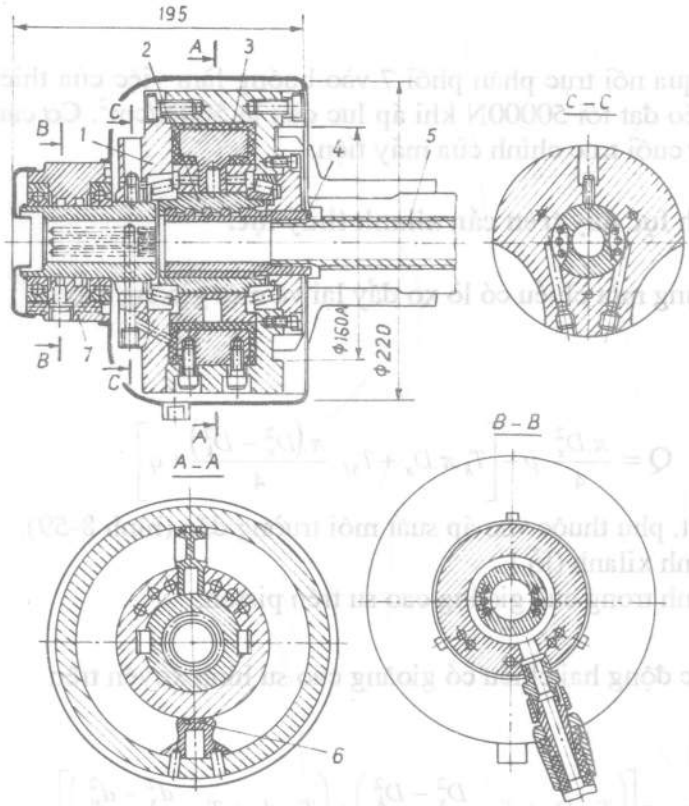
Đặt $$T_{mp} = \pi.\left(T_k.D_x + T_M.\frac{D_x^2 - D_k^2}{4}\right)$$

$$T_{mc} = \pi.\left(T_k.d_x + T_M.\frac{d_x^2 - d_n^2}{4}\right)$$

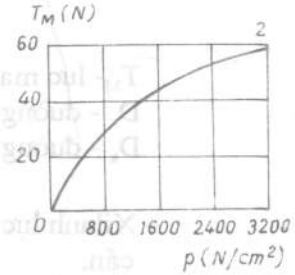
Ta có: $$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p - \left(T_{m.p} + q\right)$$

$$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p - \left(T_{m.p} + T_{m.c}\right)$$

Giá trị T_{mc} và T_{mp} cho trong bảng 8-71.



Hình 8-58. *Truyền dẫn thuỷ lực dùng trên máy tiện*
1. vỏ; 2. đai ốc; 3. cánh quay; 4. bạc;
5. ống; 6. cối; 7. trục phân phối



Hình 8-59. *Biểu đồ để xác định lực ma sát T_M.*

Bảng 8-71. *Giá trị lực ma sát trên cần T_{mc} và trên piston T_{mp}*

T_{mc} TRÊN CẦN KHI CÓ GIOĂNG CAO SU HÌNH XUYẾN							
d_n cm	d_k cm	d cm	Lực ma sát trên cần piston khi áp suất dầu (N)				
			500	750	1000	1250	1500
0,6	1,0	0,24	13,2	19,6	24,3	27,8	30,0
0,8	1,24		12,5	22,6	27,5	31,3	33,9
1,0	1,48		21,0	27,5	33,5	38,0	41,0
1,2	1,59		26,7	34,6	41,6	49,6	50,0
d_n - đường kính cần piston, cm; d_k - đường kính ngoài gioăng cao su hình xuyến, cm; d - đường kính tiết diện gioăng hình xuyến, cm.							
LỰC MA SÁT T_{mp} TRÊN PISTON							
D_x cm	D_k cm	d cm	T_{mp} khi áp suất dầu (N)				
			500	750	1000	1250	1500
2,5	1,95	0,3	50,0	65,8	80,0	90,4	97,6
3,5	2,72	0,41	76,7	104,7	129,2	148,2	161,2
4,0	3,12	0,47	99,3	138,8	171,6	196,8	213,8
4,5	3,72	0,41	103,3	143,6	175,6	200,6	217,8
D_x - đường kính xilanh cm; D_k - đường kính trong gioăng cao su hình xuyến, cm; d - đường kính tiết diện gioăng hình xuyến, cm.							

*** Tính toán khuếch đại thuỷ lực - khí nén.**

Lực Q (hình 8-60) do xilanh khí nén:

$$Q = \frac{\pi.D_x^2}{4}.p \quad \left(T'_{mp} + T_{mc} + q\right)$$

T'_{mp} - lực ma sát của piston có gioăng màng. $T'_{mp} = D_x.\ \pi.\ b.\ p.\ f$

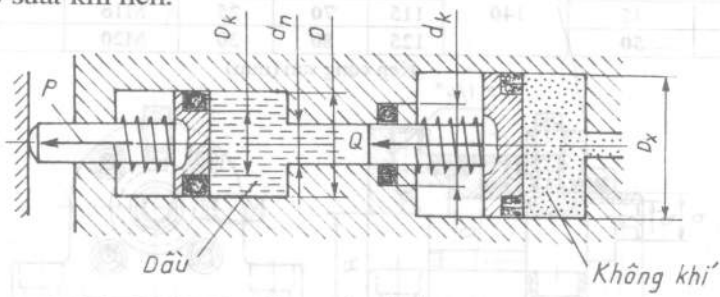
T_{mc} - lực ma sát ở cần piston khi có gioăng cao su hình xuyến, giá trị T_{mc} cho trong bảng 8-71. $T_{mc} = T_k.\pi.d_x + T_M.\frac{\pi}{4}.\left(d_k^2 - d_n^2\right)$

q - độ cứng của lò xo trên cần piston xilanh khí nén.

$q = (T'_{mp} + T_{mc}).k$

f - hệ số ma sát của gioăng màng.

p - áp suất khí nén.



Hình 8-60. *Sơ đồ cơ cấu thuỷ lực khí nén.*

Sự phụ thuộc giữa lực đẩy cần piston xilanh khí nén và lực kẹp p là:

$$Q = [p + (T_{mp} + q_1)]\ \frac{d_n^2}{D^2}$$

T_{mp} - lực ma sát của piston dầu ép (với một gioăng cao su hình xuyến).

$$T_{mp} = T_k.\pi.D + T_M.\frac{\pi}{4}.\left(D^2 \quad D_x^2\right)$$

q_1 - độ cứng của lò xo $q_1 = T_{mp}.\ k$, (k = 1,2).

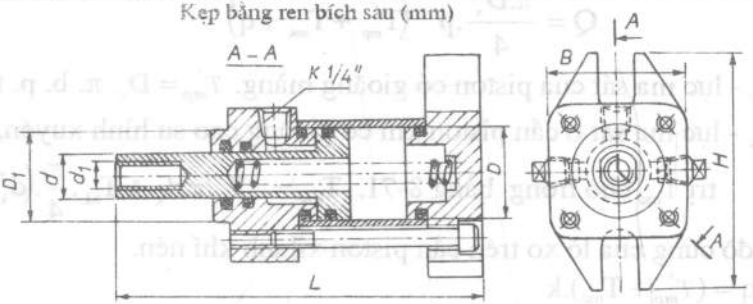
Đường kính của xilanh khí nén D_x phụ thuộc lực kẹp p và được xác định như sau:

$$D_x = \sqrt{\frac{[p + (T_{mp} + q_1)].\frac{d_n^2}{D^2} + (T'_{mp} + T_{mc} + q)}{p}} \times 1{,}27$$

+ Xilanh thuỷ lực dùng trong đồ gá.

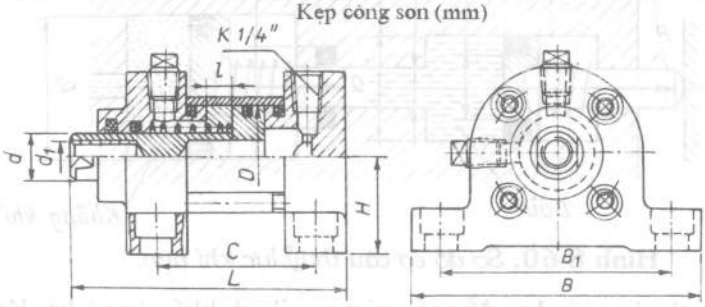
Bảng 8-72. *Xilanh tác động một chiều*

Kẹp bằng ren bích sau (mm)



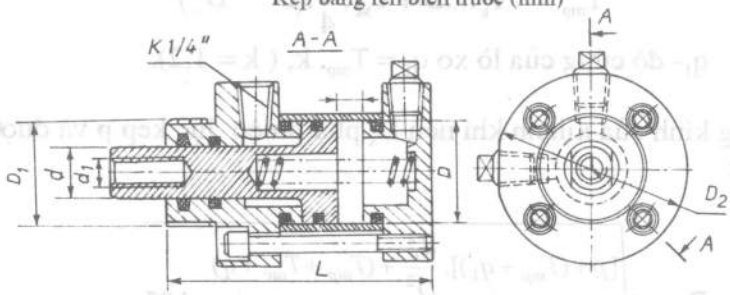
D	D_1	L	H	B	d	d_1	Lực kéo.Q,(N)
40	40	140	105	60	20	M12	5600
50	45		115	70	25	M16	8800
60	50		125	80	30	M20	12700

Kẹp công son (mm)



D	l	L	C	B	B_1	H	d	d_1	Lực đẩy Q,(N)
40	$\frac{10}{25}$	$\frac{120}{140}$	$\frac{65}{80}$	120	95	40	20	M12	7400
50	$\frac{10}{25}$	$\frac{120}{140}$	$\frac{70}{85}$	130	105	45	25	M16	11800
60	$\frac{10}{25}$	$\frac{125}{140}$	$\frac{70}{85}$	150	125	55	30	M20	17000

Kẹp bằng ren bích trước (mm)

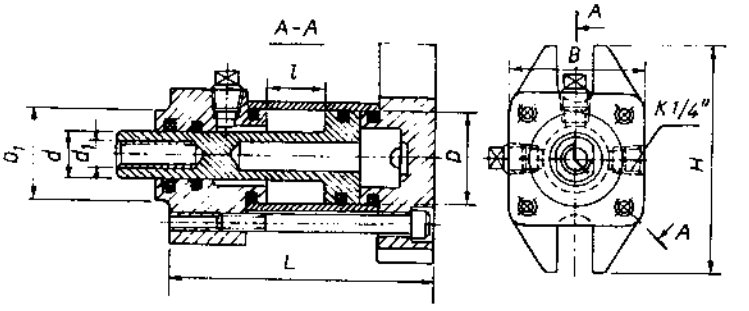


D	D_1	D_2	l	L	d	d_1	Lực kéo Q,(N)
40	M42 × 2	72	$\frac{25}{50}$	$\frac{155}{215}$	20	M12	5600
50	M45 × 2	85	$\frac{25}{50}$	$\frac{155}{220}$	25	M16	8800
60	M52 × 2	102	$\frac{25}{50}$	$\frac{160}{230}$	30	M20	12700

(tiếp bảng 8-72).

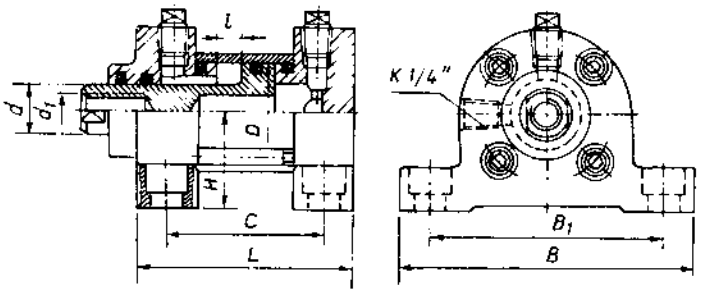
XILANH TÁC ĐỘNG HAI CHIỀU

Kẹp bằng renbích sau (mm)



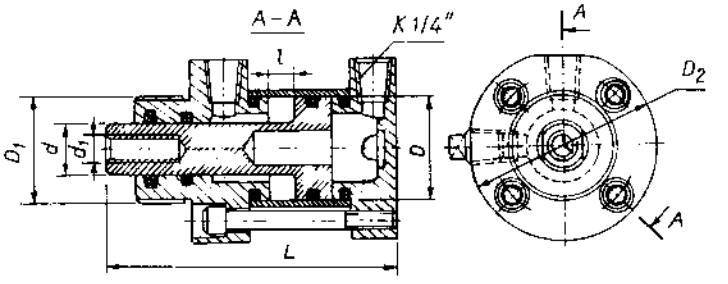
D	D_1	l	L	H	B	d	d_1	Lực đẩy Q,(N)
40	40	25/50	130/160	105	60	20	M12	7500
50	45	25/50	135/160	115	70	25	M16	11800
60	50	25/50	135/160	125	80	30	M20	17000

Kẹp công son (mm)



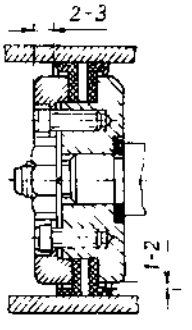
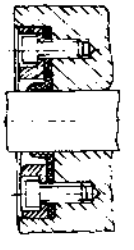
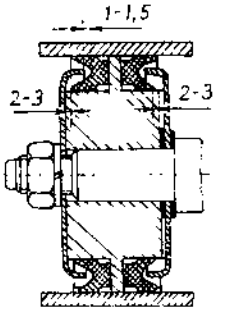
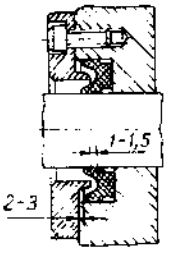
D	l	L	C	B	B_1	H	d	d_1	Lực đẩy Q,(N)
40	25/50	135/160	80/105	120	95	40	20	M12	7500
50	25/50	135/160	85/110	130	105	45	25	M16	11800
60	25/50	135/160	85/110	150	125	55	30	M20	16700

Kẹp bằng ren bích trước (mm)



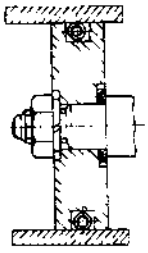
Kẹp bằng ren bích trước							
D	D_1	D_2	l	L	d	d_1	Lực kéo Q,(N)
40	M42 × 2	72	25/50	125/150	20	M12	7500
50	M45 × 2	85	25/50	130/155	25	M16	11800
60	M52 × 2	102	25/50	130/155	30	M20	17000
Lực kéo và lực đẩy cho khi áp suất 600 N/cm², kích thước l, L là ở vị trí cuối của cần.							

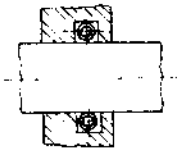
Bảng 8-73. *Gioăng làm kín piston và cần.*

Gioăng dạng L		Gioăng dạng V	
Kẹp chặt			
Trên piston	Trên thân xilanh (cho cần)	Trên piston	Trên thân xilanh (cho cần)
			
Dùng trong xilanh khí nén. Đường kính xilanh <100mm. Độ nhám bề mặt xi lanh ≥ cấp 7 (Ra ≤1,25μm). Lắp ghép piston A11/d11.		Dùng trong xilanh dầu ép và khí nén. Độ nhám bề mặt xi lanh ≥ cấp 7 (Ra ≤1,25μm). Lắp ghép piston A11/d11.	

(tiếp bảng 8-73).

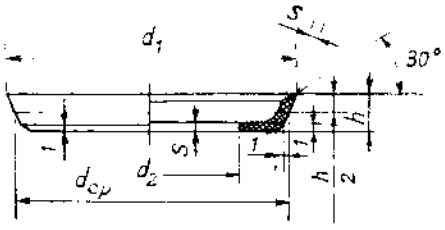
Gioăng vành xuyến	
Kẹp chặt	
Trên piston	Trên thân xilanh (cho cần)





Dùng trong xilanh khí nén, dầu ép, tốc độ v = 0,3 ÷ 0,5m/s với hành trình ≤100mm. Độ nhám bề mặt xi lanh cấp 10 (Ra ≤ 0,16 μm). Lắp ghép piston H7/f7.

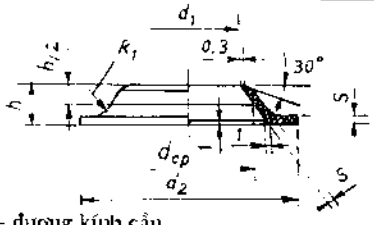
Kích thước gioăng dạng có tay áo L (mm)



d- đường kính trong xilanh.

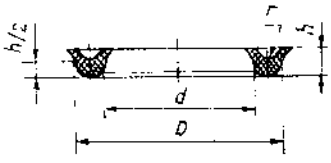
d	d_{cp}	d_1	d_2	h	S
80	80	84	50	10	2.5
100	100	105	70	12	3.0
105	105	110	75		
110	110	116	80		
120	120	126	90	14	3.5
150	150	156	120		
180	180	186	140		
200	200	208	160	17	4.0
250	250	258	205		
300	300	309	255	20	4.5

Kích thước gioăng dạng có áo (mm)



d- đường kính cần.

Kích thước gioăng dạng có tay áo V (mm)

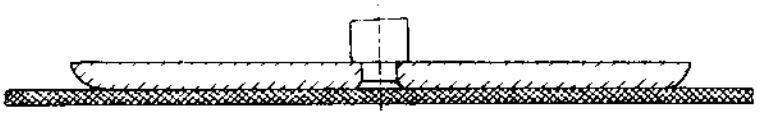


d	d_{cp}	d_1	d_2	h	S	D	d	h	r	D	d	h	r
10	10	8	28	6	2,0	20	12	$4_{0,2}$	1	75	55	$10_{0,5}$	2,5
12	12	10	30			24	16	$6_{0,3}$	1,5	95	70	12,5	3,0
16	16	13	35	8		32	20			105	80		
20	20	17	40		2,5	45	25	$10_{0,5}$	2,5	125	95	$0,6$	3,5
25	25	21	45	10		50	30			150	120		
30	30	26	50			55	35			180	150		
35	35	30	60	12	3,0	60	40			210	180	$15_{0,7}$	
40	40	35	65			65	45			250	210	$20_{1,0}$	5,0
45	45	40	70										

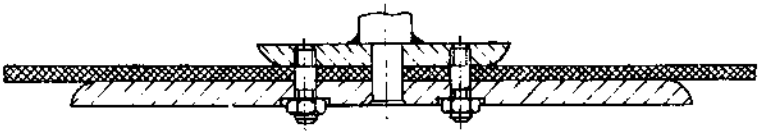
Vật liệu các gioăng: cao su chịu dầu.

*** Mối nối màng phẳng với vòng đệm**

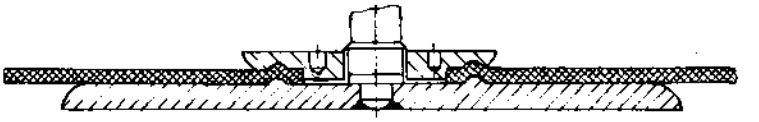
+ đối với buồng tác động một chiều.



Hình 8-61. *Màng để tự do.*

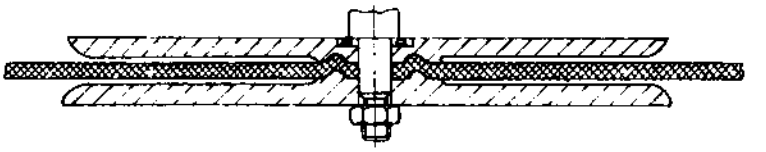


Hình 8-62. *Màng kẹp bằng vít cấy.*

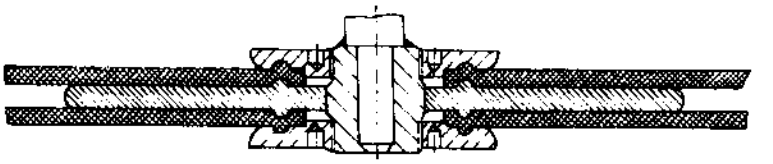


Hình 8-63. *Màng kẹp bằng ren vòng đệm.*

+ đối với buồng tác động hai chiều.

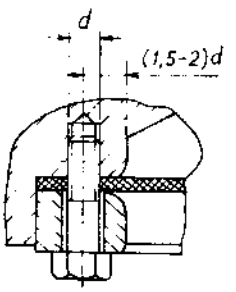


Hình 8-64. *Màng kẹp bằng đai ốc.*

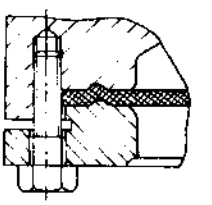


Hình 8-65. *Màng kẹp bằng ren vòng đệm.*

+ kẹp màng vào vỏ buồng.



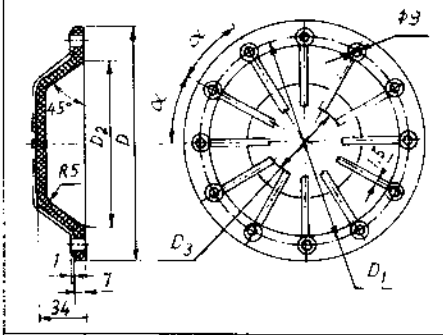
Hình 8-66. *Kẹp bằng mặt phẳng.*



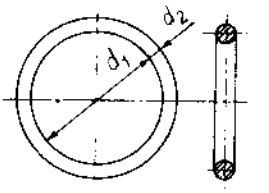
Hình 8-67. *Kẹp bằng gờ (gân).*

Bảng 8-74. *Kích thước màng (mm) và thông số cho gioăng cao su.*

Màng dạng đĩa



Gioăng cao su làm kín tiết diện tròn dùng cho cơ cấu dầu ép, khí nén.



D	D_1	D_2	D_3	α^0	Z	Áp suất cho phép, N/cm²		Nhiệt độ cho phép t^0		Nhom cao su	Độ cứng	Môi trường làm việc
174	154	130	60	30	12	Không gioăng	Có gioăng	Từ	Đến			
198	178	140	70	22,5	16	≤100	≤1000	-30	+100	1	55÷70	Dầu
228	204	178	85	20	18	≥ 1000	≥ 2000	-50	+100	2,3,4	70÷85	

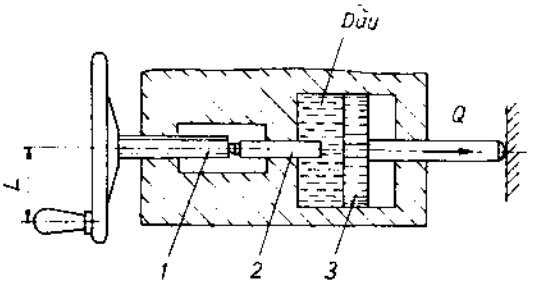
Vật liệu: cao su chịu dầu.
Z- số lỗ trên màng.

Áp suất khí nén p ≤ 60 N/cm², vận tốc di chuyển v < 0,5 m/s. Với cơ cấu dầu ép, vận tốc di chuyển v < 0,3 m/s.

c) Thiết bị truyền dẫn cơ - thuỷ lực.

* Nguyên lý.

Những thiết bị kiểu này dùng cho các cơ cấu kẹp để nhận được lực lớn. Sơ đồ nguyên lý của thiết bị truyền dẫn cơ-thuỷ lực cho trên hình 8-68. Thiết bị làm việc như sau: trục vít 1 truyền lực chiều trục đến piston 3 thông qua con trượt 2 và môi trường thuỷ lực.Nhờ quan hệ thích hợp của đường kính, con trượt và piston lực chiều trục tăng theo tỷ lệ đường kính giữa chúng.



Hình 8-68. *Sơ đồ nguyên lý cơ - thuỷ lực.*
1. trục vít; 2. con trượt; 3. piston.

Ưu điểm của các loại dẫn động này là không có nguồn nuôi tĩnh bên trong.

Mômen cần thiết đặt vào tay quay bánh đà là :

$$M = P.L.\ \frac{Q\ .R_{tb}\ tg(\alpha+\rho)}{P}.f$$

Q - lực trên cần piston.
P - lực tác dụng vào tay quay bánh đà.
L - khoảng cách từ trục vít đến tay quay.
R_{tb} - bán kính trung bình của ren vít.

F - diện tích hữu dụng của piston.

f - diện tích tiết diện con trượt.

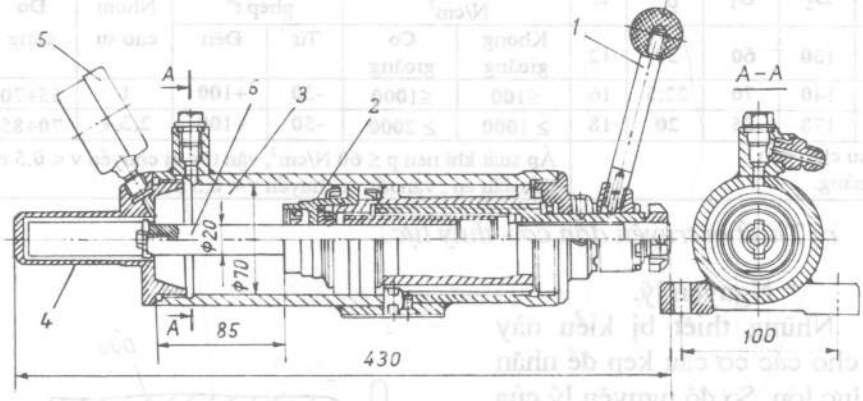
α - góc nâng của ren, $\alpha = 2^0 30' \div 3^0 30'$.

ρ - góc ma sát ở mối nối ren, $\rho = 6^0 34'$(ren hệ mét).

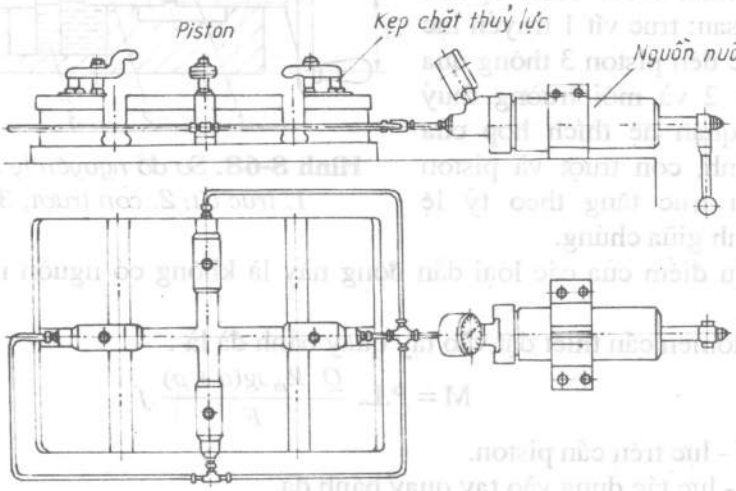
Khi chế tạo thiết bị truyền dẫn cơ - thuỷ lực cần phải rà cẩn thận sao cho kín khít trong xilanh bởi vì nếu bị rò dầu do không tiếp xúc tốt (hở) có thể làm giảm lực ép.

Thiết bị truyền dẫn cơ - thuỷ lực có thể là một phần đồ gá bố trí trong thân đồ gá hoặc là một cơ cấu riêng biệt được nuôi bằng xilanh thuỷ lực.

*** Nguồn nuôi truyền dẫn cơ - thuỷ lực.**



Hình 8-69. *Nguồn truyền dẫn cơ - thuỷ lực quay tay.*



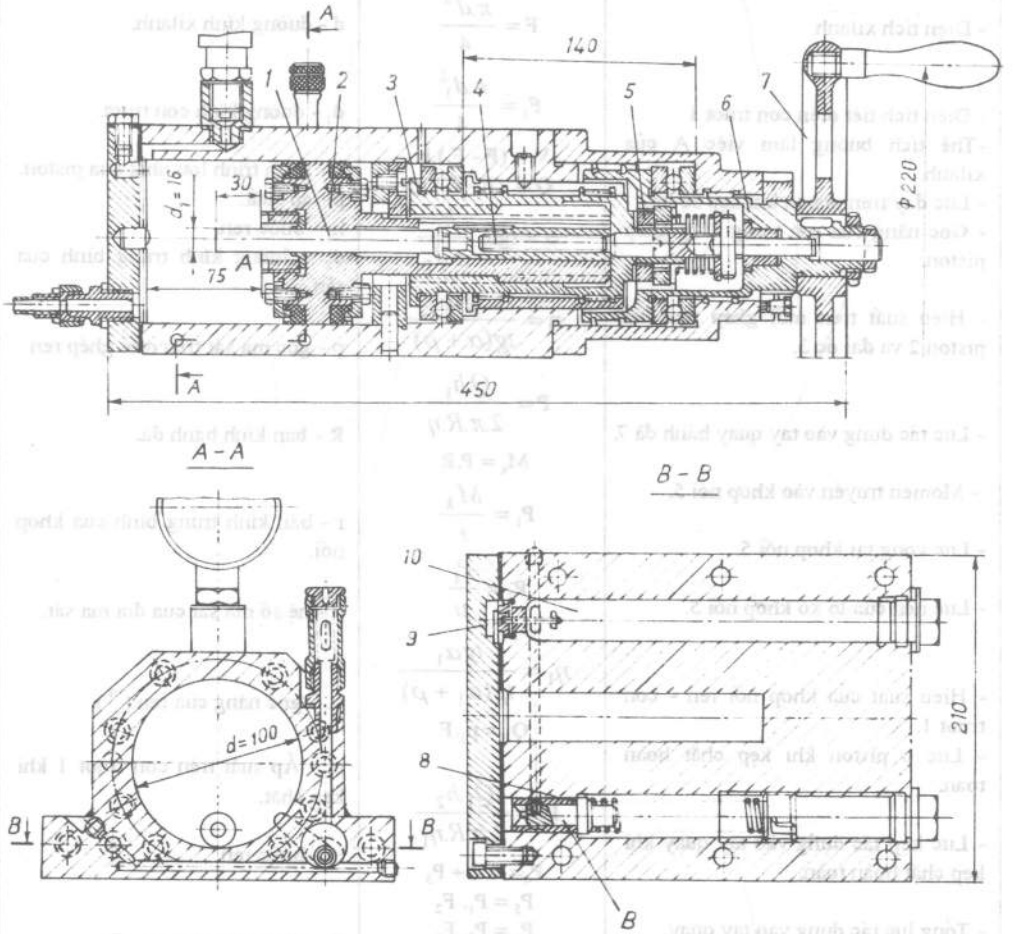
Hình 8-70. *Sơ đồ bố trí nguồn truyền dẫn.*

Nguyên lý làm việc của nguồn truyền dẫn cơ- thủy lực như sau: khi quay tay quay 1 (hình 8-69), làm chuyển động piston 2 và con trượt 6, dầu từ buồng 3 qua ống nối 4 vào ống dẫn và tới xilanh làm việc đưa nhanh mỏ kẹp vào vị trí kẹp (phần này không có trên hình vẽ). Tiếp tục quay tay quay 1 sẽ làm áp suất trong cơ cấu tăng lên và kẹp chặt phôi.

Khi thể tích buồng dầu là 330cm^3, thì thể tích dầu hữu ích để kẹp chặt khoảng 240cm^3. Lực quay tay quay là 60N, áp lực dầu khi kẹp sơ bộ là 70N/cm^2 còn khi kẹp chặt hoàn toàn có thể tới 1000N/cm^2.

Cơ cấu này có thể kẹp trên bàn máy tại vị trí dễ thao tác. Sơ đồ bố trí cơ cấu trên máy như hình 8-70.

*** Nguồn truyền dẫn cơ - thuỷ lực dạng tĩnh.**



Hình 8-71. *Nguồn truyền dẫn cơ - thuỷ lực dạng tĩnh.*
1. con trượt; 2. piston; 3. đai ốc; 4. vít; 5. khớp nối; 6. bạc; 7. bánh đà; 8. van điều chỉnh; 9. van một chiều; 10. buồng dự trữ.

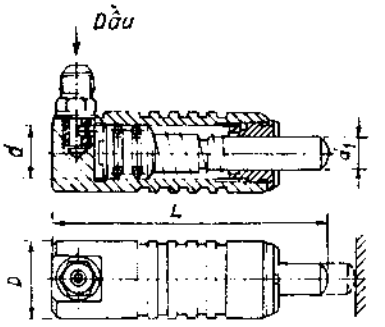
Nguồn loại này (hình 8-71) có thể tích buồng làm việc lớn hơn nhiều so với loại trên, nó có thể phục vụ cho một số xilanh thuỷ lực.

Khi quay tay quay bánh đà 7, làm quay đai ốc 3 thông qua bạc 6 và khớp nối 5. Đai ốc quay làm piston dịch chuyển và đẩy dầu vào buồng xilanh kẹp chặt của đồ gá và thực hiện quá trình kẹp chặt sơ bộ. Khi áp suất dầu tăng lên, khớp nối 5 mở chỉ còn con trượt 1 chuyển động nhờ dịch chuyển của vít 4 và nó tạo thành áp suất làm việc trong môi trường dầu để kẹp chặt hoàn toàn phôi. Van 8 sẽ đảm bảo áp suất dầu không đổi. Van một chiều 9 để hút dầu vào từ buồng dự trữ 10 khi piston và con trượt chuyển động ngược lại.

Bảng 8-75. *Tính toán nguồn truyền cơ - thủy lực (hình 8-71).*

THÔNG SỐ CẦN XÁC ĐỊNH	CÔNG THỨC TÍNH	GHI CHÚ
- Diện tích xilanh	$F = \frac{\pi.d^2}{4}$	d - đường kính xilanh.
- Diện tích tiết diện con trượt 1	$F_1 = \frac{\pi.d_1^2}{4}$	d_1 - đường kính con trượt.
-Thể tích buồng làm việc A của xilanh.	$V = (F - F_1).h$	h - hành trình lớn nhất của piston.
- Lực đẩy trên piston khi kẹp sơ bộ.	$Q = (F - F_1).p$	p - áp suất.
- Góc nâng của ren trong khối ghép piston.	$\alpha = tg\alpha. \frac{h_1}{\pi.d_2}$	h_1 - bước ren. d_2 - đường kính trung bình của ren.
- Hiệu suất trên mối ghép ren của piston 2 và đai ốc 3.	$\eta = \frac{tg\alpha}{tg(\alpha + \rho)}$	ρ - góc ma sát trên mối ghép ren
- Lực tác dụng vào tay quay bánh đà 7.	$P = \frac{Q.h_1}{2.\pi.R.\eta}$	R - bán kính bánh đà.
- Momen truyền vào khớp nối 5.	$M_k = P.R$	
- Lực vòng tại khớp nối 5.	$P_1 = \frac{M_k}{r}$	r - bán kính trung bình của khớp nối.
- Lực nén của lò xo khớp nối 5.	$P_2 = \frac{P_1}{\mu}$	μ - hệ số ma sát của đĩa ma sát.
- Hiệu suất của khớp nối ren - con trượt 1.	$\eta_1 = \frac{tg\alpha_1}{tg(\alpha_1 + \rho)}$	α_1 - góc nâng của ren (^{0}).
- Lực ở piston khi kẹp chặt hoàn toàn.	$Q_1 = p_1.F$	p_1 - Áp suất trên con trượt 1 khi kẹp chặt.
- Lực kẹp tác dụng vào tay quay khi kẹp chặt hoàn toàn.	$P_3 = \frac{Q_1.h_2}{2.\pi.R.\eta_1}$	h_2 - bước ren.
- Tổng lực tác dụng vào tay quay.	$P_4 = = P + P_3$	
- Lực lò xo của van điều chỉnh 8.	$P_5 = P_1.F_2$	F_2 - diện tích con trượt B.
- Lực lò xo van một chiều 9.	$P_6 = P_2.F_3$	F_3 - diện tích mặt đầu ngoài của van.

Bảng 8-76. *Xilanh thuỷ lực con trượt kẹp.*



D	d	d_1	L	h	p	q
mm					N/cm²	(N)
32	22	13	100	12	800 ÷ 1000	3000/3800
38	28	16	115	14		4900/6150
42	32	18	125	16		6400/8040

h - hành trình của con trượt; p - áp lực dầu; Q - lực kẹp.

Xi lanh thủy lực con trượt kẹp được sử dụng trong bộ truyền dẫn cơ-thủy lực (hình 8-70).

6. Cơ cấu dẫn hướng và so dao.

a) Cơ cấu dẫn hướng.

Cơ cấu dẫn hướng được dùng nhiều trên các loại đồ gá khoan, khoét doa và tiện trong trên các loại máy khoan và máy doa.

Cơ cấu dẫn hướng gồm hai phần:

- Bạc dẫn hướng là bộ phận đưa dụng cụ vào đúng chỗ gia công.
- Phiến dẫn là bộ phận trên đó lắp bạc dẫn.

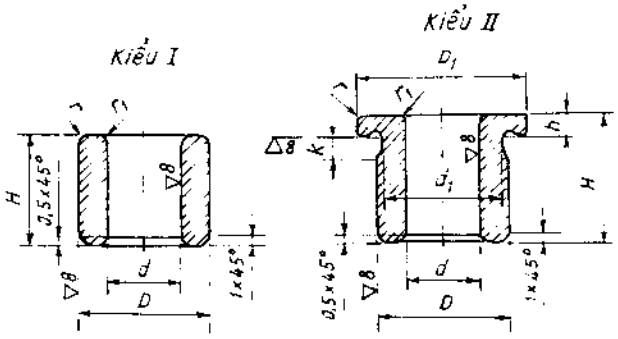
*** Các loại bạc dẫn hướng.**

Ở đây chúng tôi giới thiệu các loại bạc sau:

-Bạc dẫn cố định không vai và có vai (bảng 8-77).

- Bạc dẫn thay nhanh và thay thế (hình 8-78).
- Bạc lót cho bạc dẫn thay thế và thay nhanh (bảng 8-79).

Bảng 8-77. *Bạc dẫn cố định không vai và có vai.*



d - Lắp ghép theo F7;
D - Lắp với phiến dẫn

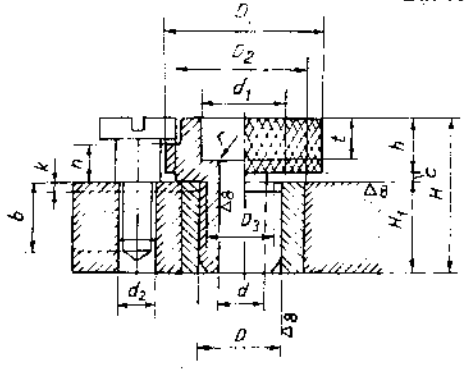
Kích thước, mm.

d (F7)	$D(\frac{H7}{n6})$	D_1	d_1	H I	H II	h	k	r	r_1
< 0,5	3,0	6	$D_{-0,4}$	6/9	7/10	1,5	1,0	0,5	1,5
0,5÷1,0	3,5	7							
1,0÷1,5	4,0	8							
1,5÷2,0	5,0	9							
2,0÷2,5	5,0	10		7/11	8/12		1,5		1,7
2,5÷3,0	7,0	11							
3,0÷4,0	8,0	12							
4,0÷5,0	9,0	13		8/12	9/13			0,8	
5,0÷6,0	10,0	14							
6,0÷7,0	12,0	16		9/14	11/16	2,0			2,0
7,0÷8,0	13,0	17							
8,0÷9,0	14,0	18		10/16	12/18		2,0	1,0	
9,0÷10,0	15,0	20							
10,0 ÷12,0	18,0	23		12/20	15/23	3,0			3,0
12,0÷15,0	22,0	28		15/22	19/26	4,0			
15,0 ÷ 20,0	28,0	34	$D_{-0,6}$	15/25	19/29				
20,0 ÷ 25,0	34,0	40		20/32	24/36		2,5		4,0
25,0 ÷30,0	40,0	46		20/35	25/40	5,0			
30,0 ÷35,0	46,0	52	$D_{-1,0}$	25/40	30/45				5,0
35,0 ÷40,0	52,0	60		25/45	30/50		3,0		
40,0 ÷45,0	58,0	68		30/35	35/55			1,5	6,0
45,0 ÷50,0	66,0	76		35/60	40/65				

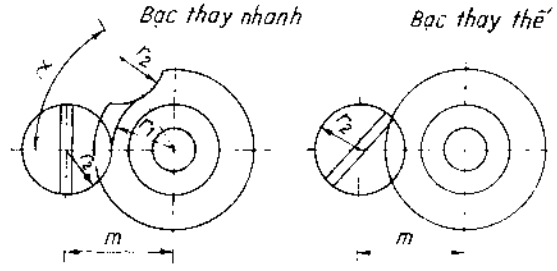
Vật liệu: d ≤ 25mm - thép DC100A; nhiệt luyện HRC 60 - 65.
d ≥ 25mm - thép C20, thấm than độ sâu lớp thấm S=0,8÷1,2, nhiệt luyện HRC 60-65.

Bảng 8-78. *Bạc dẫn thay nhanh và bạc dẫn thay thế.*

Bạc dẫn thay nhanh.



Bạc dẫnthay thế.



Kích thước , mm

d	d_1	d_2	D (g7)	D_1	D_2	D_3	H	H_1	h	c	t	b	n	k	m	r	r_1	r_2	α^0
1÷2	3	M4	4	12	7	3,6	$\frac{13}{17}$	$\frac{7}{11}$	5,5	0,5	4	10	3	1,0	9,0	0,5	3,8	5,2	6,5
1,5÷3	5		6	14	9	5,6	$\frac{16}{20}$	$\frac{8}{12}$	7,0	1,0	5		4	1,5	10,5	0,7	5,3		
2÷5	8	M5	9	18	13	8,6	$\frac{19}{25}$	$\frac{10}{16}$	8,0		6	15	5		13,0	1,0	6,5	6,5	
4÷7	10		12	23	17	11,6	$\frac{22}{30}$	$\frac{12}{20}$	9,0	1,0	7				15,5	1,0	9,0		
6÷10	15	M6	15	28	21	14,6	$\frac{27}{34}$	$\frac{15}{22}$	10,5	1,5	9	18	6,5	2,0	19,0	1,5	11,0	8,0	50
8÷12	18		18	34	27	17,6	$\frac{29}{39}$	$\frac{15}{25}$	12,5		11				22,0	2,0	14,0		35
10÷14	20		22	40	33	21,6	$\frac{36}{48}$	$\frac{20}{32}$	14,5		12				25,0		17,0		
12÷17	25		26	46	38	25,4	$\frac{38}{53}$	$\frac{20}{35}$	16,5		13				28,0	3,0	20,0		30

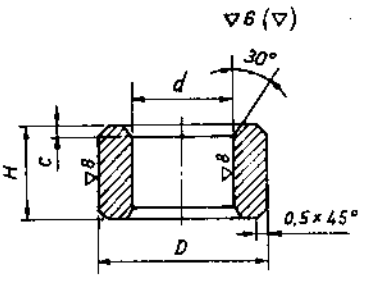
(tiếp bảng 8-78).

d	d_1	d_2	D (g7)	D_1	D_2	D_3	H	H_1	h	c	t	b	n	k	m	r	r_1	r_2	α^0
15÷20	28	M6	30	46	38	29,4	40/55	20/35	18,5	1,5	15	18	6,5	2,5	28,0	3,0	20,0	8,0	30
18÷24	32	M8	35	52	44	34,4	47/62	25/40	20,0	2,0	17	20	8		32,0		21,0	11,0	
22÷28	36		40	60	50	39,4	49/69	25/45	22,0		19				36,0		25,0		
26÷33	45	M10	45	68	56	44,0	61/86	35/60	24,0		20	25	9		42,0	4,0	27,5	14,5	25
31÷38	50		52	76	64	51,0	68/98	40/70	26,0		21			3,0	46,0		31,5		
36÷44	60		60	86	74	59,0	85/110	45/80	28,0		22				51,0	5,0	36,5		
42÷50	65		70	100	88	69,0	75/110	45/80	28,0		22				58,0		43,5		

Vật liệu: d ≤ 25mm - thép DC100A, tôi HRC 58 - 63;

d > 25mm - thép C20, thấm than ,độ sâu thấm 0,8 ÷ 1,2mm; nhiệt luyện HRC 56 - 60.

Bảng 8-79. *Bạc lót cho bạc dẫn thay thế và thay nhanh.*



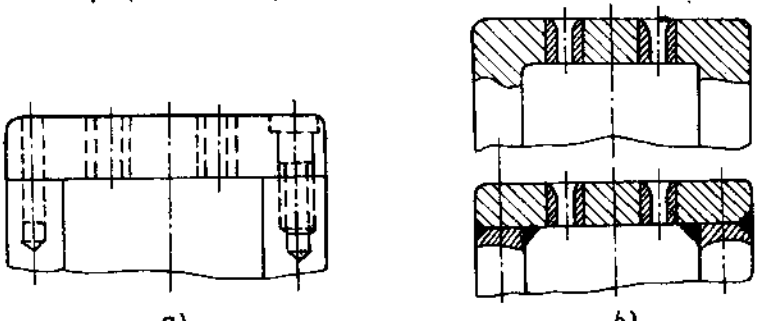
Kích thước, mm

d (H7)	D(n6)	H	c	d (H7)	D(n6)	H	c
4	8	$\frac{7}{11}$	1,0	30	40	$\frac{20}{35}$	1,5
6	10	$\frac{8}{12}$		35	46	$\frac{25}{40}$	2,0
9	14	$\frac{10}{16}$		40	52	$\frac{25}{45}$	
12	18	$\frac{12}{20}$	1,5	45	58	$\frac{35}{60}$	
15	22	$\frac{15}{22}$		52	66	$\frac{40}{70}$	
18	28	$\frac{15}{25}$		60	76	$\frac{45}{80}$	
22	34	$\frac{20}{32}$		70	90	$\frac{45}{80}$	
26	40	$\frac{20}{35}$		Vật liệu: d ≤ 25, thép DC70A, tôi HRC 45 ÷ 50 d > 25, thép C20, thấm than, độ sâu thấm S=0,8 ÷ 1,2, tôi HRC 56 ÷ 60			

* Phiến dẫn.

Phiến dẫn có nhiều loại trong đó có hai loại chính: phiến dẫn cố định và phiến dẫn động.

+ Phiến dẫn cố định (hình 8-72) gồm phiến dẫn tháo được (hình 8-72a) và không tháo được (hình 8-72b).

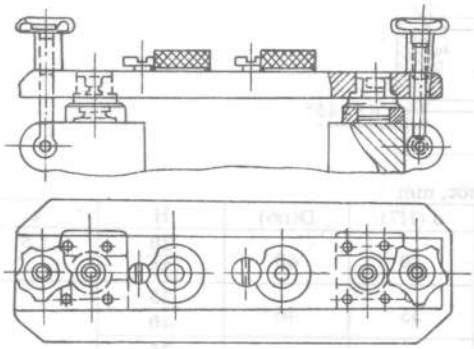


a) *b)*

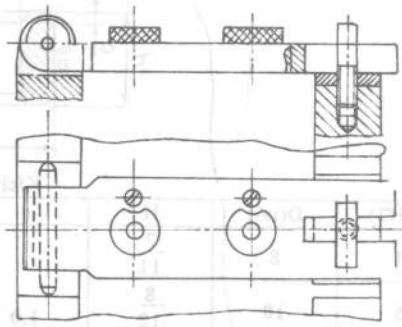
Hình 8-72. *Phiến dẫn cố định.*
a) Phiến dẫn cố định tháo được. b) Phiến dẫn cố định không tháo được.

+ Phiến dẫn động gồm: phiến dẫn tháo rời, phiến dẫn bản lề, phiến dẫn trụ trượt và phiến dẫn treo.

- Phiến dẫn tháo rời (hình 8-73). - Phiến dẫn bản lề (hình 8-74).



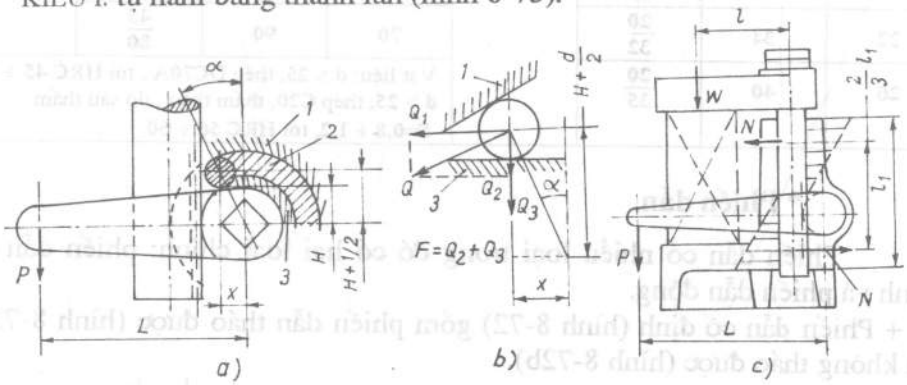
Hình 8-73. *Phiến dẫn động tháo rời.*



Hình 8-74. *Phiến dẫn động bản lề.*

- Phiến dẫn trụ trượt thanh răng (vừa là cơ cấu dẫn hướng vừa là cơ cấu kẹp), hình 8-75; 8-76 và 8-77.

KIỂU I: tự hãm bằng thanh lăn (hình 8-75).



Hình 8-75. *Phiến dẫn trụ trượt thanh răng tự hãm bằng thanh lăn.*

Lực kẹp: $W = W_1 - F_x - F_x^*$

W_1 - lực tác dụng dọc trục thanh răng (hướng xuống).

$$W_1 = \frac{P.L}{r_d}.\left[\frac{\sin\alpha.\cos\alpha}{tg(\alpha+\varphi)+tg\varphi_1} + \sin^2\alpha\right]$$

F_x - lực ma sát, $F_x = W_1.\ tg\alpha^*.f$

F_x^* - lực ma sát, $F_x^* = 3.\frac{l}{l_1}.W_1.f$

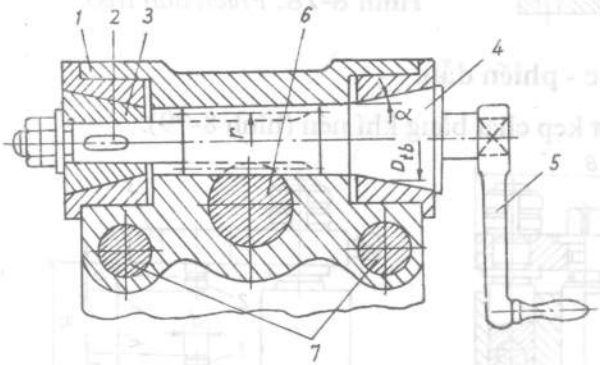
α^* - góc ăn góp của báng răng - thanh răng.

nếu $\alpha^* = 20^0$; $f = 0,1$; $\frac{l}{l_1} = 0,74$ thì:

$$W = 0,74.W_1 = 0,74.\frac{P.L}{r_d}.\left[\frac{\sin\alpha.\cos\alpha}{tg(\alpha+\varphi)+tg\varphi_1}+\sin^2\alpha\right]$$

$$W = 0,287.\frac{M}{r_d}\ ;\ k_r = \frac{W}{P} = 3,1.$$

KIỂU II: tự hãm bằng côn (hình 8-76).



$$W = W_1.\left(1-\frac{3.l}{l_1}.f\right)$$

$$W = 0,26.\frac{M}{r_d} = 0,26.\frac{P.L}{r_d}$$

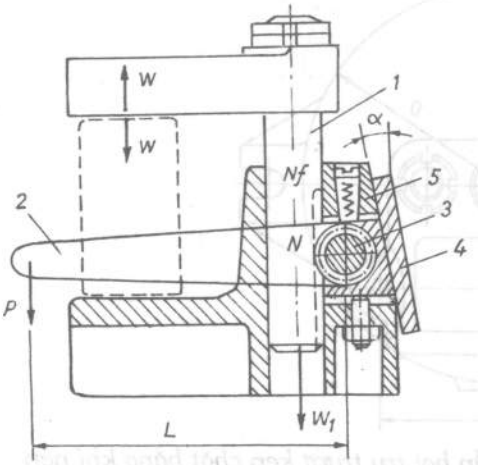
Hệ số khuếch đại lực:

$$k_n = \frac{W}{P} = 2,8$$

P = 10kG; L = 150mm; r_d = 14mm.

Hình 8-76. *Phiến dẫn trụ trượt thanh răng tự hãm bằng côn.*

KIỂU III: tự hãm bằng chêm (hình 8-77).

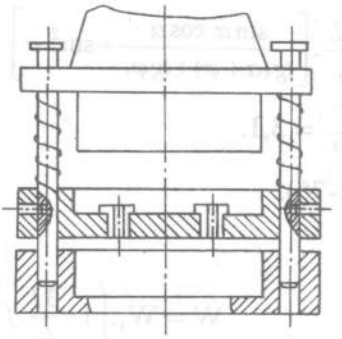


$$W = 0,28.\frac{P}{r_d}.(1,68.L+r_d)$$

$$k_n = \frac{W}{P} = 5,32$$

Hình 8-77. *Phiến dẫn trụ trượt thanh răng tự hãm bằng chêm.*

- Phiến dẫn treo (hình 8-78).

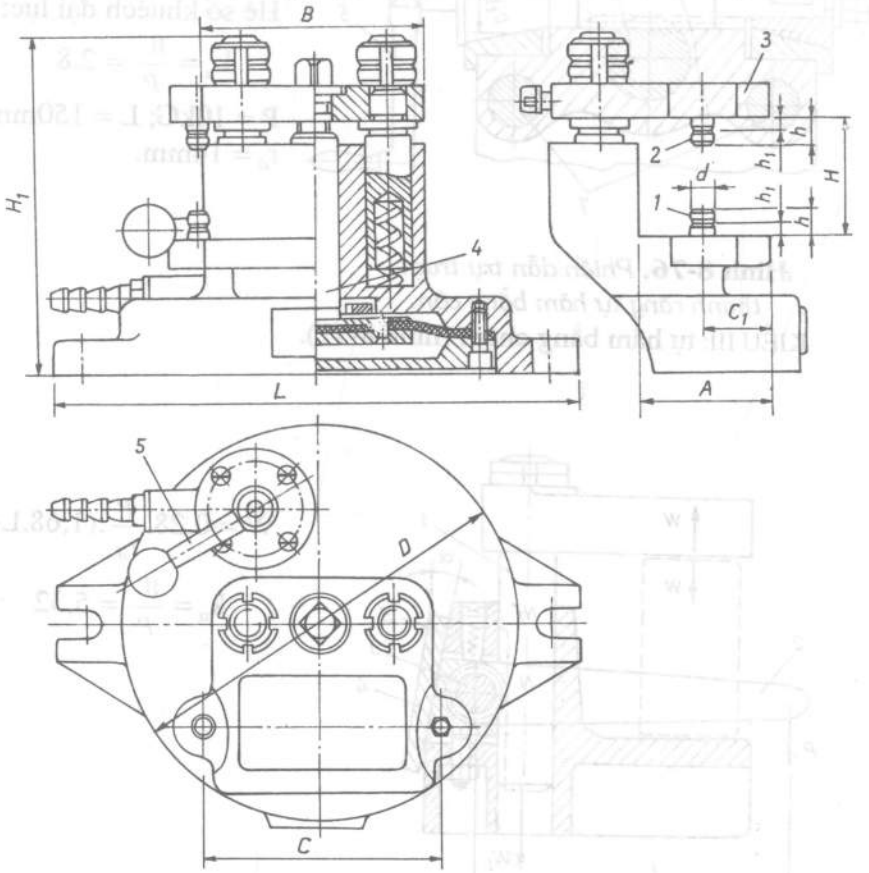


W = 2N.
N - lực ấn của lò xo.

Hình 8-78. *Phiến dẫn treo.*

*** Một số kết cấu bạc - phiến dẫn.**

+ Phiến dẫn hai trụ trượt kẹp chặt bằng khí nén (hình 8-79).



Hình 8-79. *Phiến dẫn hai trụ trượt kẹp chặt bằng khí nén*

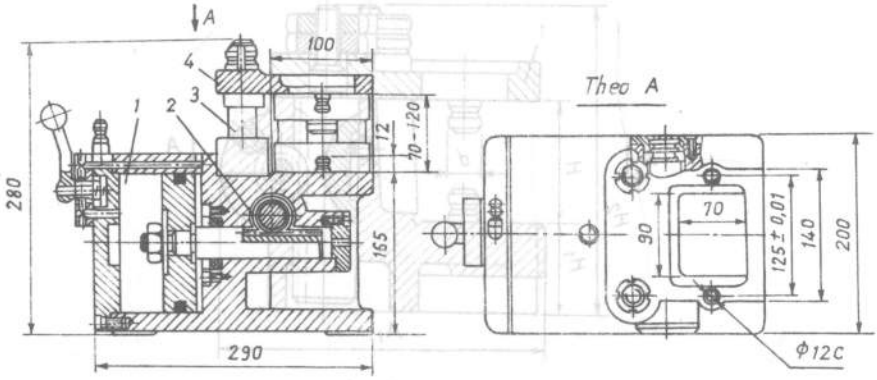
- Cơ cấu định vị lắp trên đế và chốt chuẩn ; - Cơ cấu dẫn hướng lắp trên tấm 3 với chốt 2; - Hành trình piston 8mm; - Đường kính xilanh màng 140mm; - Áp suất khí nén p = 40N/cm²; - Lực kẹp W = 4500N.

Các kích thước của các chi tiết hình 8-79, mm

A	B	H_{min}	H_{max}	H_1	h	h_1	C	C_1	D	d (h 6)	L
70	90	50	80	160	12	6	125	38	210	13	280
100	120	80	120	205	15	8	180	53	270	16	350

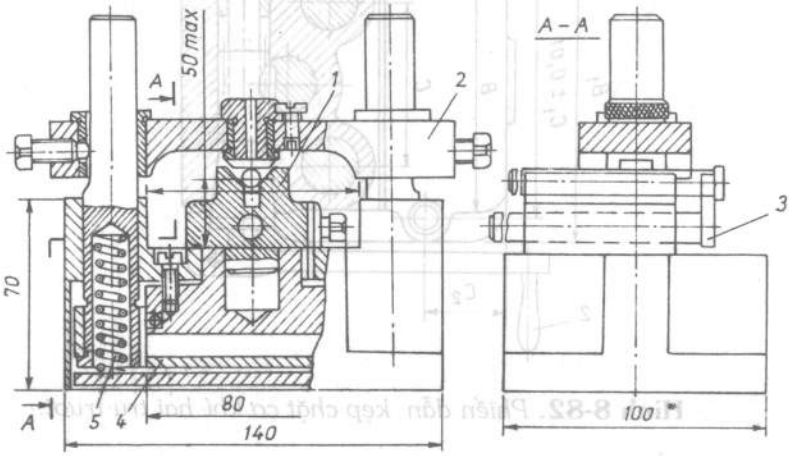
+ Phiến dẫn trụ trượt, kẹp chặt bằng khí nén (hình 8-80)

Lực kẹp W = 5500N.



Hình 8-80. *Phiến dẫn kẹp chặt bằng khí nén với lực kẹp W = 5500N.*

+ Phiến dẫn trụ trượt, kẹp chặt bằng khí nén để khoan lỗ chi tiết dạng trụ (hình 8-81).



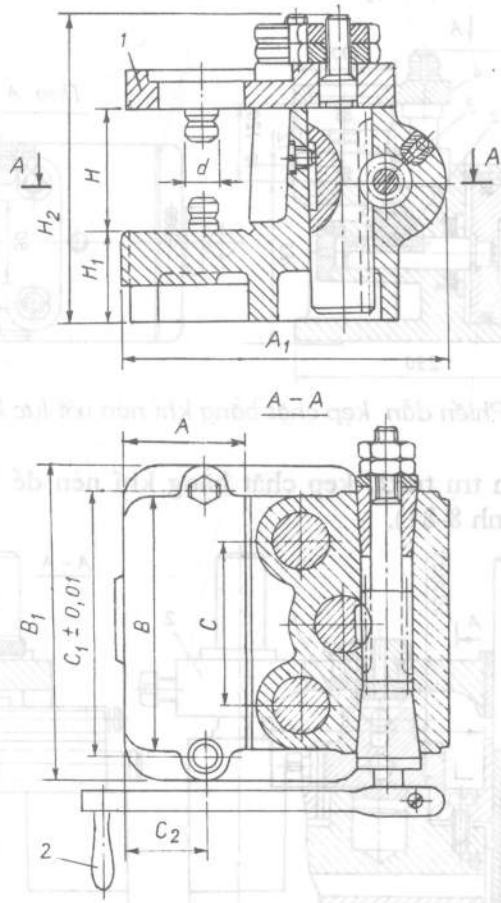
Hình 8-81. *Phiến dẫn kẹp chặt bằng khí nén để khoan lỗ chi tiết dạng trụ*

- *Đường kính chi tiết gia công d_{ct} = 8 ÷ 22mm.*
- *Đường kính lỗ khoan lớn nhất D = 6mm.*
- *Hành trình kẹp 12mm.*
- *Lực kẹp W = 1600N khi áp suất khí nén p = 40N/cm²*

+ Phiến dẫn hai trụ trượt kẹp chặt cơ khí (hình 8-82).

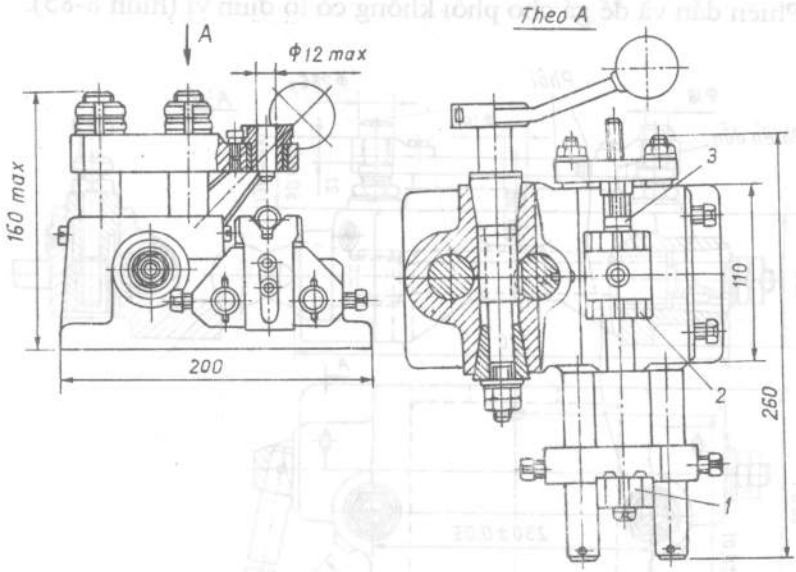
Kích thước các chi tiết hình 8-82, mm

A	A_1	B	B_1	H_{min}	H_{max}	H_1	$H_{2\,min}$	C	C_1	C_2	d(h6)
75	170	120	155	60	90	40	145	75	125	38	13
105	215	170	215	90	130	55	200	110	180	58	16
140	120	240	290	125	175	70	265	150	250	70	20
185	350	320	380	170	230	80	330	200	335	85	24



Hình 8-82. *Phiến dẫn kẹp chặt cơ khí hai trụ trượt.*

+ Phiến dẫn trụ trượt, kẹp chặt cơ khí để khoan lỗ trên chi tiết trụ (hình 8-83).

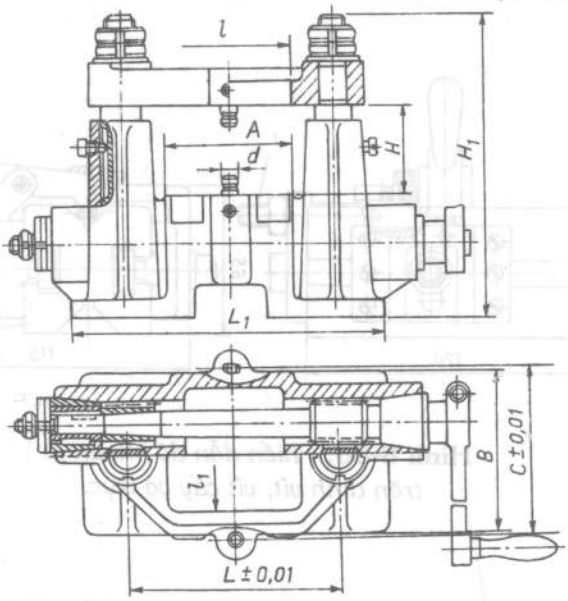


Hình 8-83. *Phiến dẫn kẹp chặt cơ khí để khoan lỗ trên chi tiết trụ - Đường kính chi tiết 12÷30mm;- Chiều dài chi tiết, nhỏ nhất: 15mm.*

+ Phiến dẫn trụ trượt kiểu cổng (П), kẹp chặt cơ khí (hình 8-84).

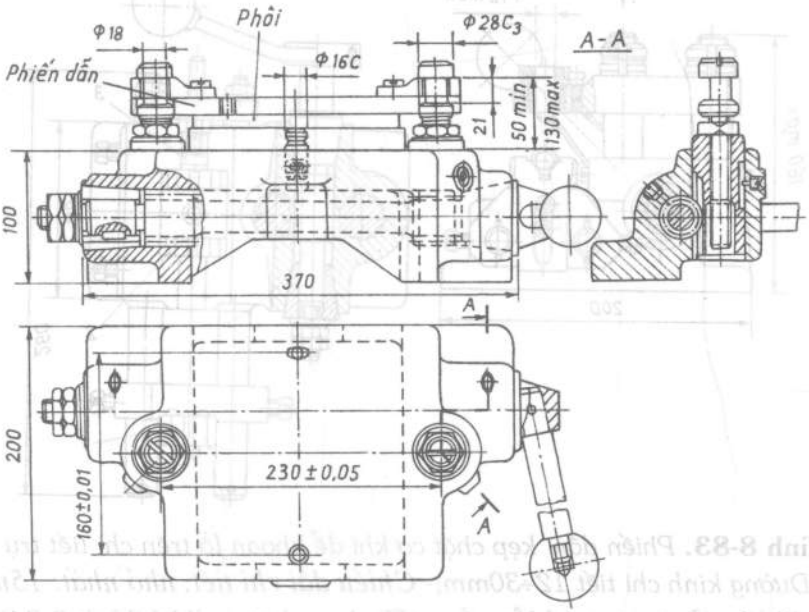
Kích thước trên hình 8-84, mm.

A	B	H_{min}	H_{max}	$H_{1\,min}$	l	l_1	C	d	L	L_1
160	130	60	100	218	170	95	140	16	230	310
200	160	95	150	268	210	120	170		280	370



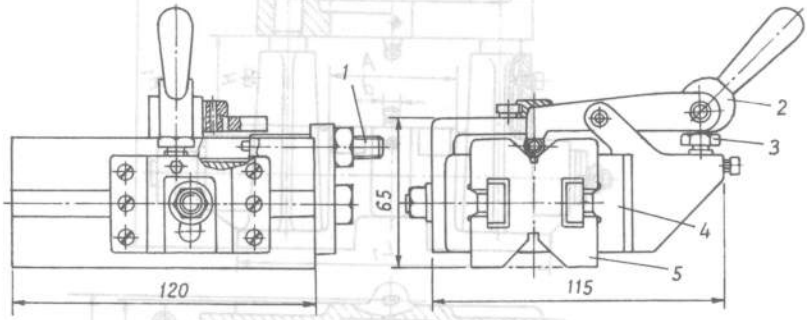
Hình 8-84. *Phiến dẫn kiểu cổng (П), kẹp chặt cơ khí*

+ Phiến dẫn và đế gá cho phôi không có lỗ định vị (hình 8-85).



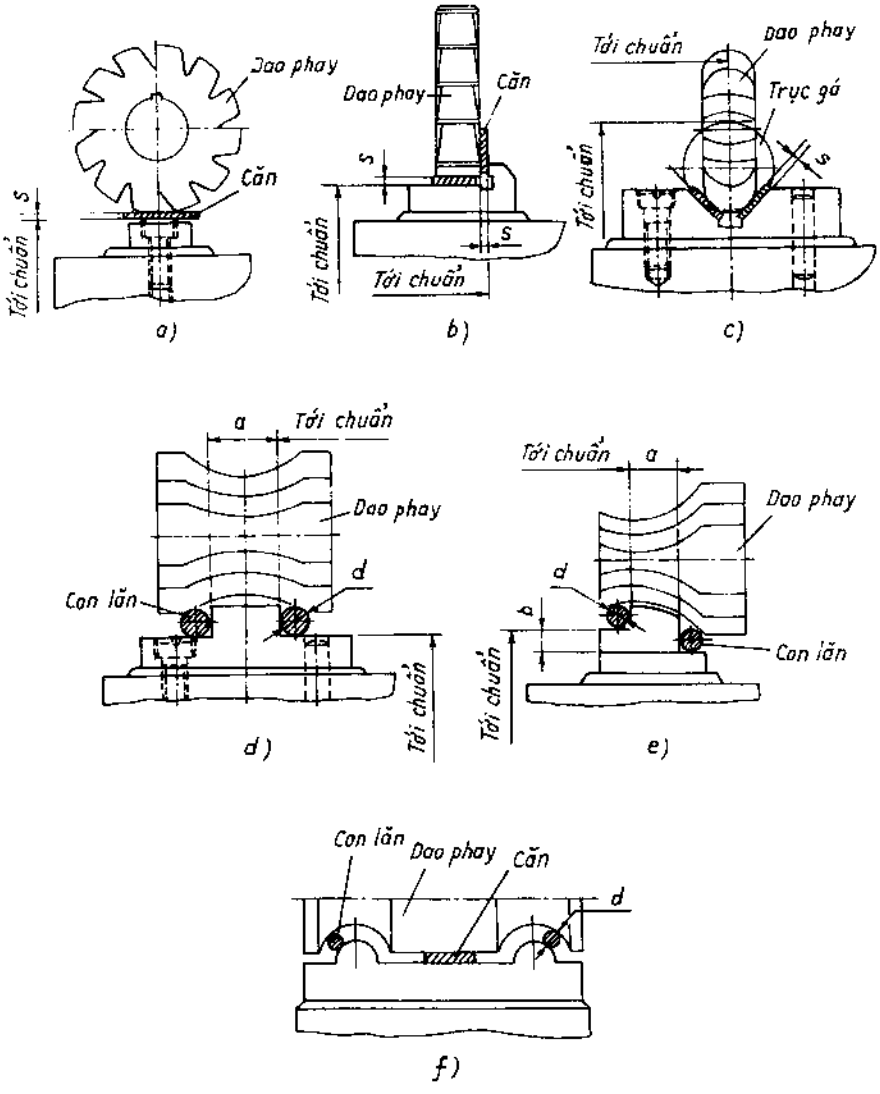
Hình 8-85. *Phiến dẫn và đế gá cho phôi không có lỗ định vị.*

+ Phiến dẫn để khoan lỗ trên đinh vít, vít cấy và trục (hình 8-86).



Hình 8-86. *Phiến dẫn để khoan lỗ trên đinh vít, vít cấy và trục.*

b) Cơ cấu so dao khi phay.



Hình 8-87. *Một số kết cấu của cơ cấu so dao khi phay các dạng bề mặt khác nhau.*

7. Một số đồ gá vạn năng điều chỉnh.

a) Đồ gá tiện.

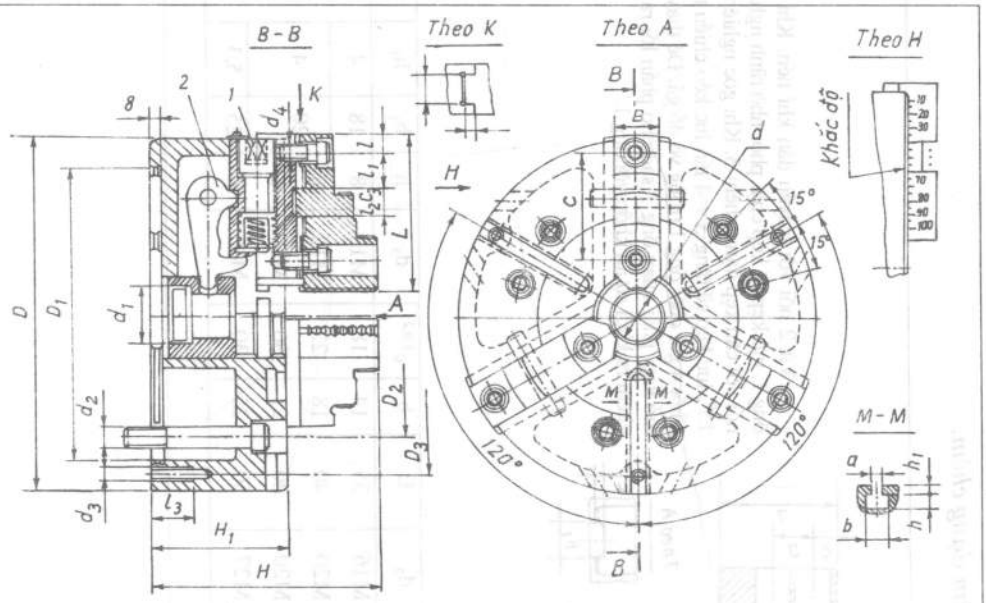
Bảng 8-80. *Mâm cặp hai chấu, ba chấu truyền dẫn khí nén.*

Mâm cặp được lắp trên bích trung gian theo đường kính D_1; chấu kẹp tự định tâm được giữ bằng đinh vít. Kích thước, mm.

D	D_1	D_2	D_3	H ≤	B		Vít cam		Vít nối			d_2	Lỗ lắp ghép			h	l
					I	II	d	N	d_1	Số lượng I	Số lượng II		d_3	I	II		
100	72	75	86	70	30	30	M10	2	M10	4	6	M12	M8	4	3	6	3
130	100	82,6	112	80													4
160	130	104,8	142	90	35	35	M12					M16				8	5
200	165	133,4	180	100	40	40			M12			M20	M10				6
250	210	171,5	226	110	50	40	M16		M16				M12				7
320	270	235	290	125	60	50			M20	6		M27	M20			10	8
400	340	330,2	368	145	75	60		3									10
500	440		465	175			M20					M36		6	6	12	12

N - số lượng cho một cam; l - hành trình cam; D_1 - có độ chính xác cấp 7; D_2 - có độ chính xác cấp 9.

Bảng 8-81. *Mâm cặp ba chấu tự định tâm đòn bẩy.*



Kết cấu cho phép điều chỉnh độc lập các chấu kẹp nhờ vít 1 có thước chia (du xích). Tỷ số truyền của đòn hai là 1:3,5. Mâm cặp lắp trên bích trung gian lắp với trục chính máy tiện. Truyền dẫn khí nén.

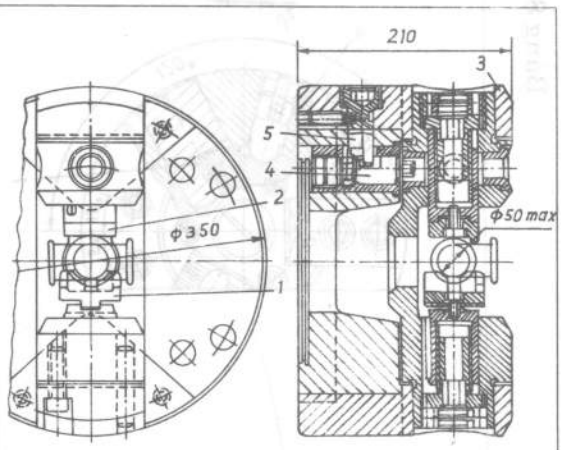
d min	d max	D	D_1 (H7)	D_2	D_3	H	H_1	L	B (h7)	c	l	l_1
10	180	250	210	171,5	226	160	95	110	34	80	13	25
10	280	350	270	235	290	170	100	130	36	95	15	35

r_2	l_3	d	b	b_1	h	h_1	d_1	d_2	d_3	d_4	n
20	30	10	16	20	7	6	M39×2	M16	M12	M12	5
25	40	14	24	22	11	10	M68×2	M20	M16	M12	6

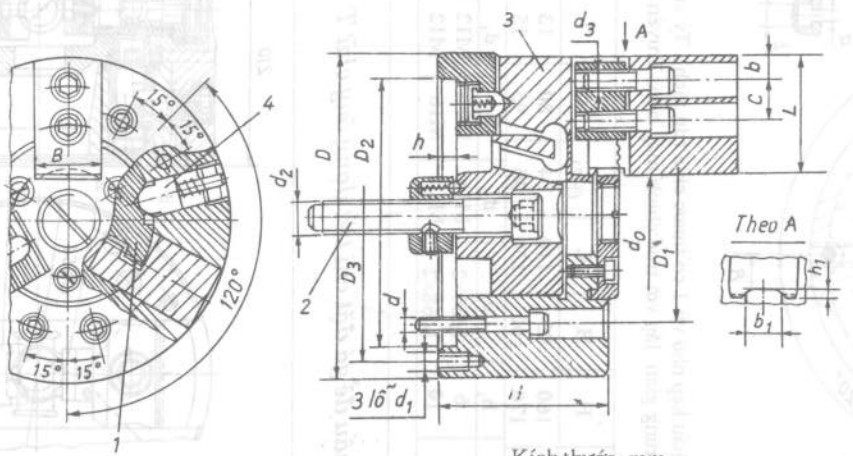
n — hành trình mỏ kẹp.

Bảng 8-82. *Mâm cặp hai chấu để gá đặt chi tiết dạng ống chữ T*

Khối V (1) và mỏ kẹp (2) để gá đặt phôi dạng ống chữ T có đường kính ≤ 50mm, quay được 90^0, 180^0 cùng với giá (3). Vị trí chính xác của giá (3) được xác định nhờ chốt (4) khi quay chốt khoá (5).



Bảng 8-83. *Mâm cặp ba chấu tự định tâm dạng chêm.*



Vít 2 nối với truyền dẫn khí nén. Khi kéo ống 1, mỏ kẹp sẽ kẹp chặt phôi nhờ rãnh nghiêng nối với cần kẹp dạng chêm 3. Khi góc nghiêng là 15^0, lực kẹp sẽ tăng 3 ÷ 4 lần lực kéo chiều trục. Chốt 4 giữ chặt ống 1 trong vỏ đồ gá. Để thay thế mỏ kẹp, phải quay ống 1 sao cho phần lồi ra của chêm ra khỏi sự ăn khớp với ống 1.

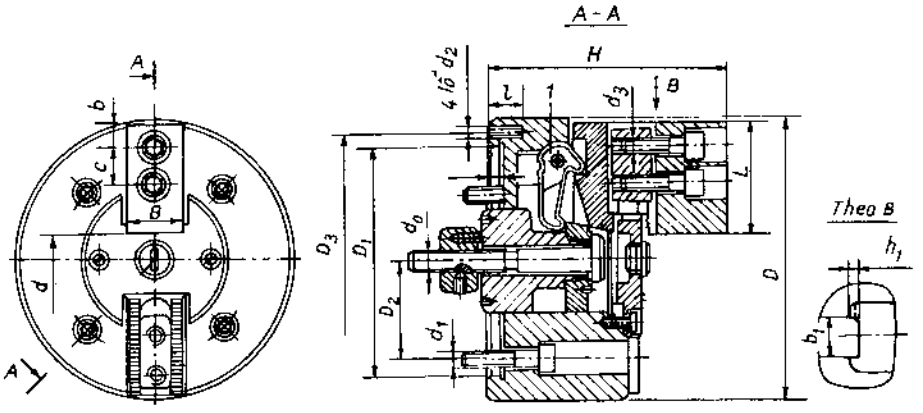
Kích thước ,mm.

d_{0min}	d_{0max}	D	D_1	D_2	D_3	L	H	d	d_1	d_2	B	b	$c^{\pm 0,2}$	d_3	h	b_1	h_1	n
10	35	160	108	130	142	62	82	M12	M8	M16	35	14	18	M10	8	18	4	4
15	45	200	133,4	165	180	78	100	M12	M10	M20	40	18	22	M12	8	20	4	5,5
15	50	250	171,5	210	226	102	110	M16	M12	M20	40	21	30	M16	8			7
15	80	320	235	270	290	116	125	M20	M16	M27	50	25	30	M16	8	25	5,3	8

n – hành trình mỏ kẹp.

Bảng 8-84. *Mâm cặp hai chấu tự định tâm dạng càng.*

Dạng mâm cặp này dùng để kẹp chặt phôi không tròn. Mâm cặp được gá trên bích trung gian.

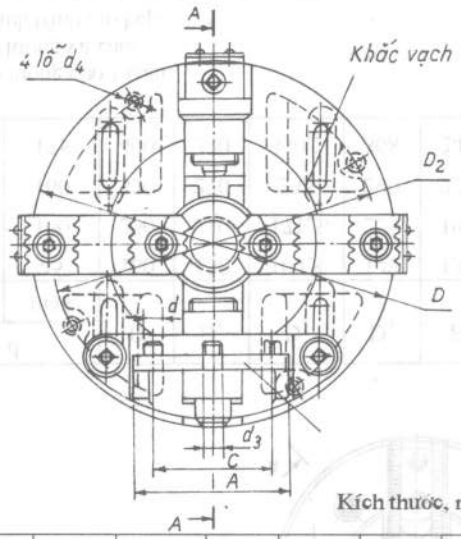


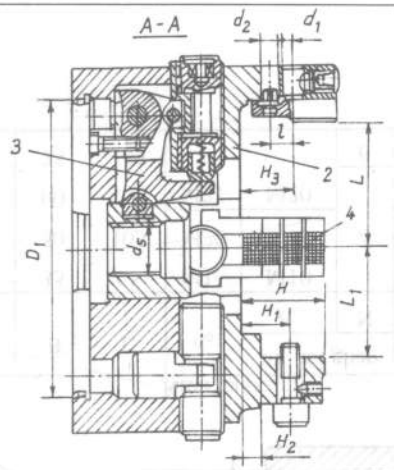
Kích thước,mm.

d min	d max	D	D_1	D_2	D_3	H	B	L	d_0	Vít nối ghép d_1	Vít nối ghép N	d_2	Vít cam d_3	Vít cam Z	l	c	b	h	h_1	b_1	m
10	45	160	130	104.8	142	135	35	65	M16	M10	4	M8	M12	2	22	25	13	8	4,5	20	5
	100	- 250	210	171.5	225	192	50	105	M20	M16		M12	M16		30	30	22		5.5	25	
	160	320	270	235	290	220	60	130	M27	M20		M16			40		25	10			6
	175	400	340	330,2	368	248	75	165			6			3		60					

N - số lượng cho 1 cam.
Z - số lượng vít cam.
m - hành trình mở kẹp.

Bảng 8-85. *Mâm cặp vạn năng điều chỉnh.*



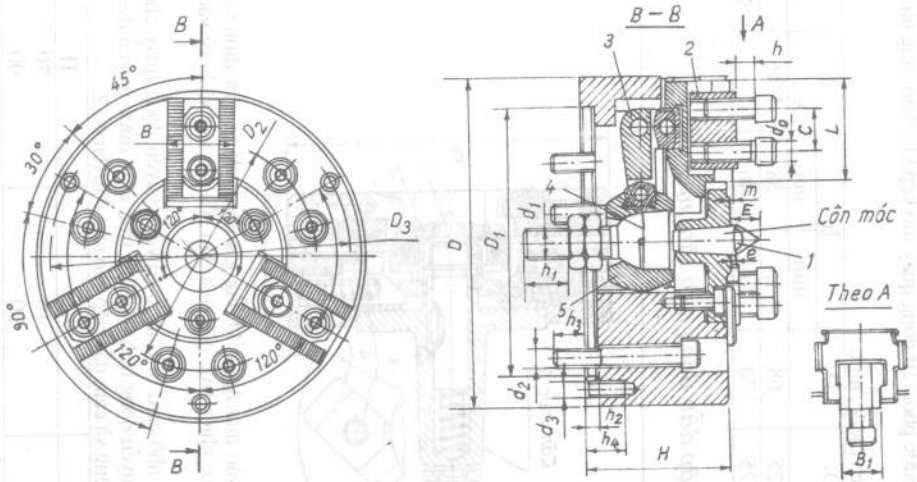


Để kẹp chặt phôi khi dùng ke điều chỉnh 1 (ở phía dưới). Phôi được kẹp bằng chấu kẹp 2 được dẫn động bằng khí nén qua cần dẫn 3. Chấu kẹp bên 4 để kẹp phụ. Mâm cặp gá trên bích trung gian gắn với trục chính của máy công cụ.

Kích thước, mm

L_{MIN}	L_{MAX}	L_{1MIN}	L_{1MAX}	D	D_1	D_2	d	d_1	d_2	d_3	d_4	d_5	H	H_1	H_2	H_3	$C^{\pm 0,2}$	A	$l^{\pm 0,5}$
0	50	29	45	160	130	142	8	12	5	M8	M8	M24 × 1,5	42,4	25	8	25	50	70	12
	86	45	75	250	210	226		15	6	M12	M12	M36 × 2	55	35	12	36	90	115	15
	115	55	105	320	270	290	10			M16	M16	M24 × 2	80	55	15	55		140	
	145	55	135	400	340	368	16	20	10			M56 × 2	95	65	18	65	150	180	20

Bảng 8-86. *Mâm cặp ba chấu dẫn động khí nén.*



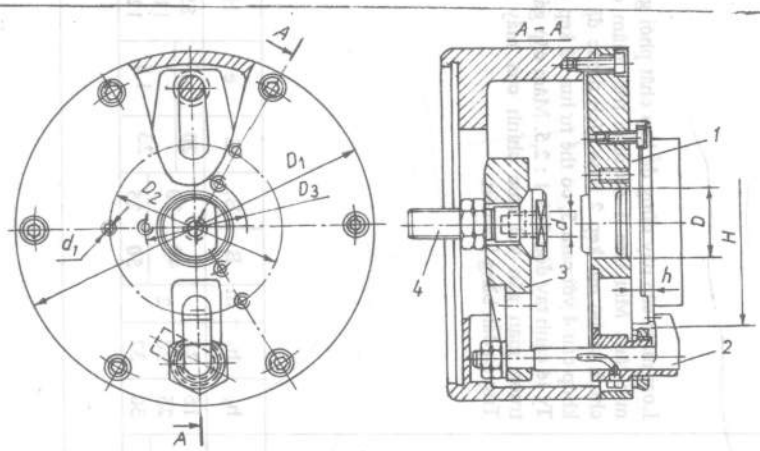
Loại mâm cặp này dùng để kẹp chặt phôi gá trên hai mũi tâm. Mũi tâm 1 cố định trên mâm cặp. Điều chỉnh sơ bộ mỏ kẹp 2 theo kích thước đã cho. Nhờ khớp cầu 4 với cam 5, có thể tự lựa để kẹp chặt phôi. Tỷ lệ cánh tay đòn 3 là 1 : 2,5. Mâm cặp gá trên bích trung gian gắn với trục chính của máy công cụ. Truyền dẫn bằng khí nén.

Kích thước, mm

Φ min	Φ max	D	D_1	D_2	D_3	C	L	d_0	d_1	d_2	d_3	h	h_1	h_2	h_3	h_4	m	B	B_1	E	e	H	N⁰*
65	83	200	165	133,5	180	25	60	M12	M20	M12	M10	10	27	8	16	24	2	40	20	20	4	85	2b
95	114	250	210	171,5	226	30	70	M16		M16	M12	13	30		25	28				23	4,5	110	3b
116	140	320	270	235	290		100		M27	M20	M16		36	10	30	32		50	25			125	

Φ- đường kính phôi;
N⁰ * - côn móoc rút ngắn.

Bảng 8-87. *Mâm cặp vạn năng điều chỉnh để kẹp phôi vào mặt đầu bích.*



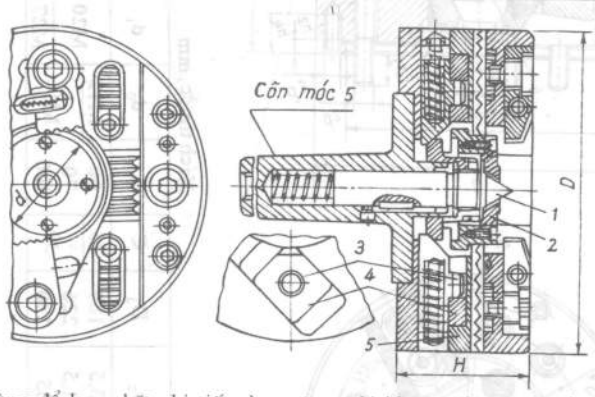
Mâm này dùng để kẹp chặt phôi vào mặt bích. Để gá đặt những phôi khác nhau, người ta lắp vào mâm cặp những cơ cấu điều chỉnh thay thế 1, chúng được định tâm theo lỗ.

Mỏ kẹp (2) được kẹp chặt trên thanh (3), nối với truyền dẫn khí nén bằng bu lông (4). Điều chỉnh mỏ kẹp (2) theo hướng kính phù hợp kích thước phôi. Tự động quay mỏ kẹp khi tháo lỏng nhờ rãnh trên mỏ kẹp (2). Truyền dẫn khí nén.

Kích thước, mm.

H		D	D_1	D_2	D_3	h		d	d_1
min	max					min	max		
65	145	50	250	125	68	15	38	M16	M8
80	190		320	175	70	24	46		M10

Bảng 8-88. *Mâm cặp dẫn động mũi tâm mềm.*

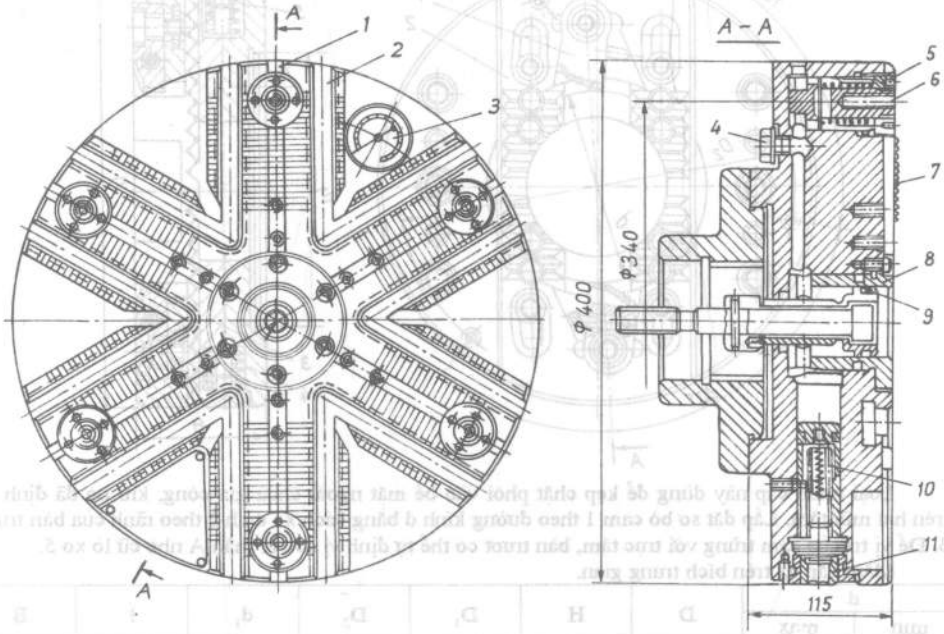


Mâm cặp này dùng để kẹp chặt chi tiết vào mặt ngoài không gia công, đồng thời định tâm nó bằng mũi tâm 1. Nhờ mũi tâm mềm được theo chiều trục nên mặt đầu của chi tiết sẽ bị tỳ vào mặt đầu của đai ốc 2.

Khi kẹp, mũi tâm được tự động khoá lại nhờ cam 3. Cam 3 truyền chuyển động quay cho giá trượt 4 và con trượt 5. Nhờ rãnh nghiêng, chuyển động tịnh tiến dọc trục rãnh được truyền đến con trượt. Khi đó giá trượt xê dịch theo rãnh nghiêng và cam đẩy tiếp vào mặt đầu đai ốc 2.

D	d_{min}	d_{max}	H
170	50	10	70
220	70	20	90

Bảng 8-89. *Mâm cặp vạn năng điều chỉnh thủy lực.*



Mâm cặp được trang bị cơ cấu điều chỉnh thay thế, cho phép gá đặt các chi tiết có hình dạng, kích thước khác nhau, có mặt chuẩn là mặt trụ trong hoặc trụ ngoài.

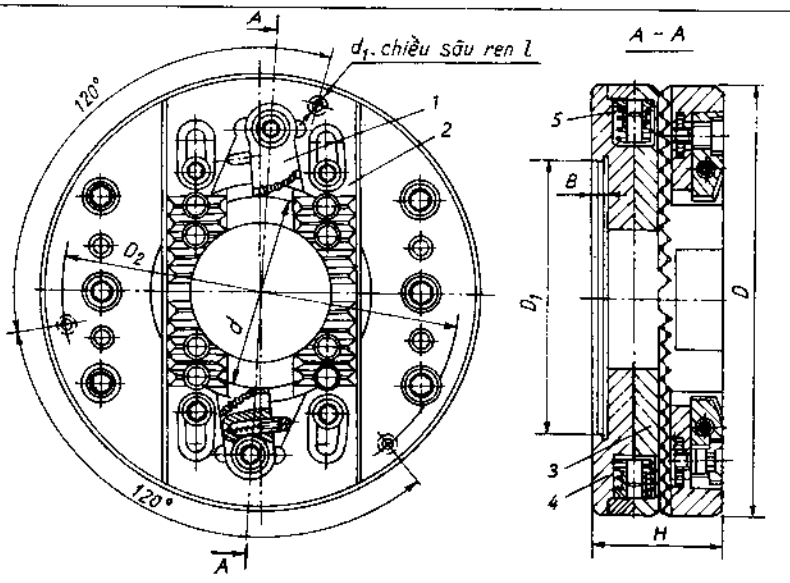
Cơ cấu điều chỉnh được định tâm theo lỗ xilanh 8. Đồ kẹp chặt được gá đặt trên mặt khía nhám 7 và theo các rãnh 1 và 2.

Để kẹp chặt dùng sáu bò sinh lực 6 nhờ tác dụng của dẫn động khí nén. Cùng một lúc có thể có từ một đến sáu bò sinh lực làm việc. Điểm không cần kẹp thì tháo lỏng đai ốc 5 đến điểm mới. Tạo áp suất trong môi trường thuỷ lực nhờ piston 9, tác dụng khí nén. Để kẹp chặt sơ bộ dùng piston 10 được xê dịch khi quay vít 11. Lỗ 4 để rót dầu. Đồng hồ đo áp suất 3 chỉ thị áp suất trong môi trường thuỷ lực.

ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT.

Hành trình con trượt của bò sinh lực	10 ÷ 14mm
Lực của một bò sinh lực	500 ÷ 8000N
Lực tại cần truyền dẫn khí nén của máy	12000N
Hành trình cần truyền dẫn khí nén của máy	50mm

Bảng 8-90. *Mâm cặp hai chấu dẫn động (rãnh xoắn).*



Loại mâm cặp này dùng để kẹp chặt phôi vào bề mặt ngoài chưa gia công, khi nó đã định vị trên hai mũi tâm. Lắp đặt sơ bộ cam 1 theo đường kính d bằng cách xê dịch 2 theo rãnh của bàn trượt 3. Để vị trí của cam trùng với trục tâm, bàn trượt có thể tự định vị so với thân A nhờ cữ lò xo 5.

Mâm cặp gá trên bích trung gian.

d		D	H	D_1	D_2	d_1	l	B
min	max							
10	30	170	65	130	142	M8	22	6
20	70	220	80	165	180	M10	24	
20	150	300	85	210	226	M12	28	8

MÂM CẶP VÀ TRỤC GÁ MÀNG.

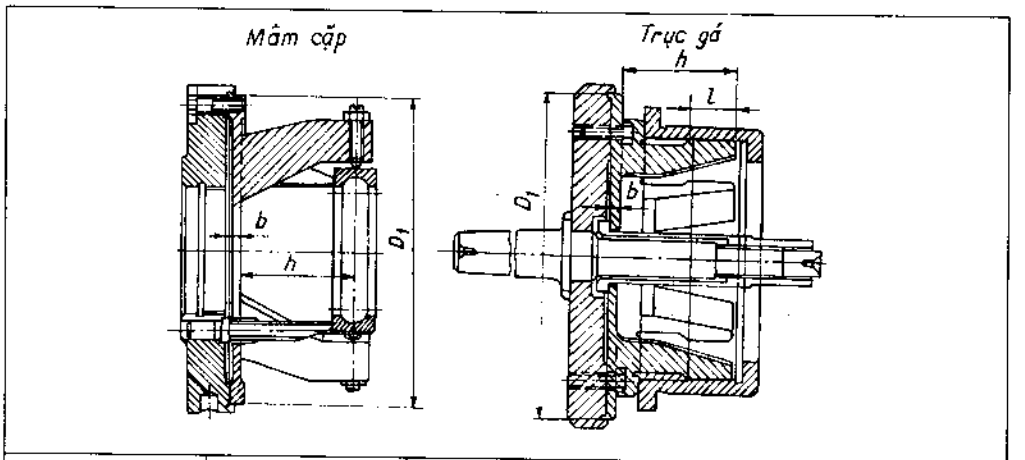
Loại đồ gá này dùng ở các nguyên công mài và tiện tinh có yêu cầu độ chính xác về đồng tâm giữa mặt gia công và mặt chuẩn cao :

Khi mặt chuẩn có độ chính xác cấp 6 ÷ 7, sai số định tâm ≤ 0,01 ÷ 0,03mm.

Khi mặt chuẩn có độ chính xác cấp 8 ÷ 9, sai số định tâm ≤ 0,04 ÷ 0,06mm.

Loại đồ gá này đảm bảo độ đàn hồi khi kẹp và tháo lỏng.

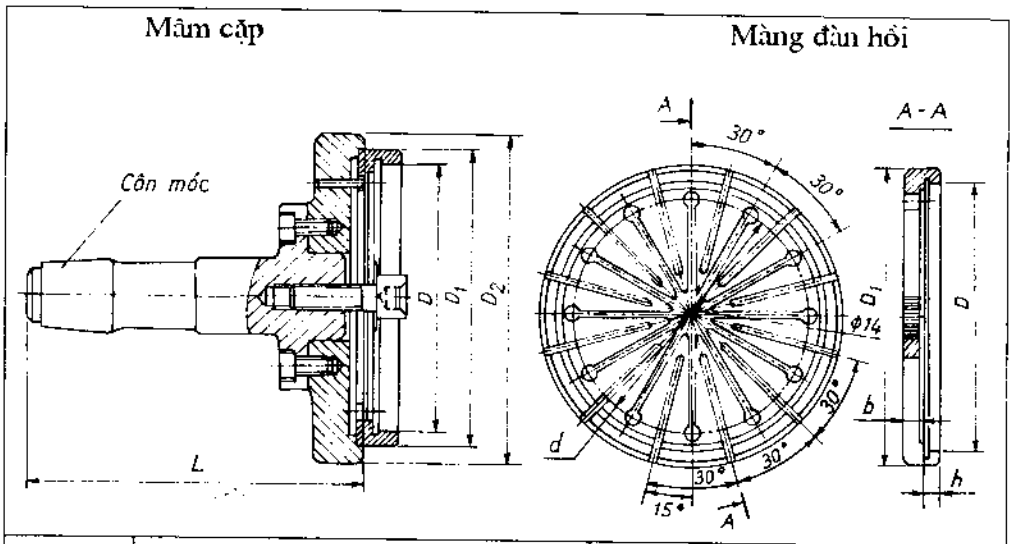
Bảng 8-91. *Mâm cặp và trục gá mỏ kẹp.*



D	b	h	l	Z
$\frac{D_1}{3} \div \frac{D_1}{4}$	$(0,025 \div 0,035)D_1$	$\frac{D_1}{3}$	≤ 20	6 ÷ 8

D - đường kính mặt chuẩn của chi tiết so với D_1; b - chiều dầy màng; h - chiều cao mỏ kẹp; l - chiều dài phần kẹp; Z - số mỏ kẹp.

Bảng 8-92. *Mâm cặp dạng cốc.*

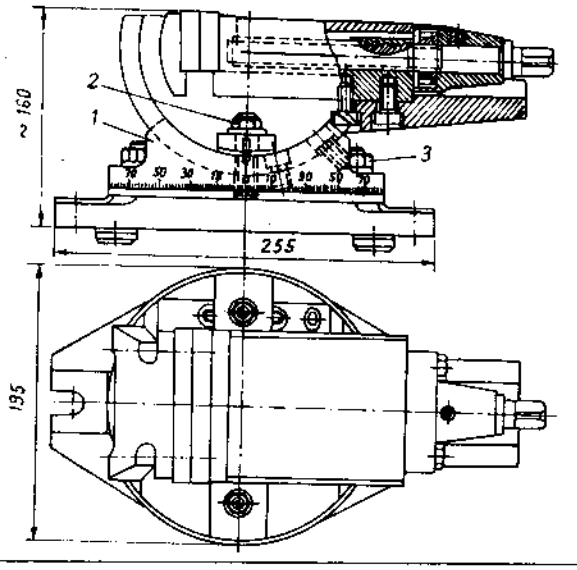


D	Mâm cặp				Màng đàn hồi			
	D_1	D_2	L	N° côn móc	D_1	d	h	b
75 ÷ 85	95	110	105	2	95	60	2 ÷ 30	6
85 ÷ 95	105	120	120	3	105	70		
95 ÷ 105	115	130	145	4	115	80		8
105 ÷ 115	125	140	170	5	125	90		

D- đường kính phôi.

b) Ê tô máy.

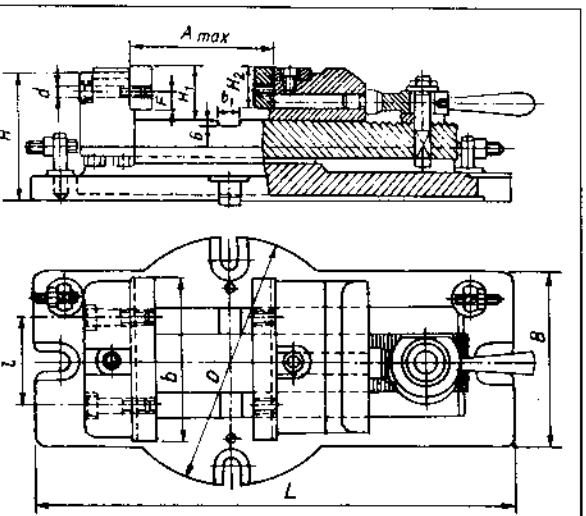
Bảng 8-93. *Êtô quay vạn năng.*



Loại êtô này dùng để gia công chi tiết với các góc khác nhau so với mặt phẳng má kẹp và trục thẳng đứng. Góc quay giới hạn so với chi tiết 1 là ± 45°. Khi quay êtô theo trục đứng, góc quay được xác định theo vành chia độ. Ở vị trí xác định, êtô được kẹp chặt bằng đai ốc 2 và 3.

Bảng 8-94. *Êtô lệch tâm hai má động.*

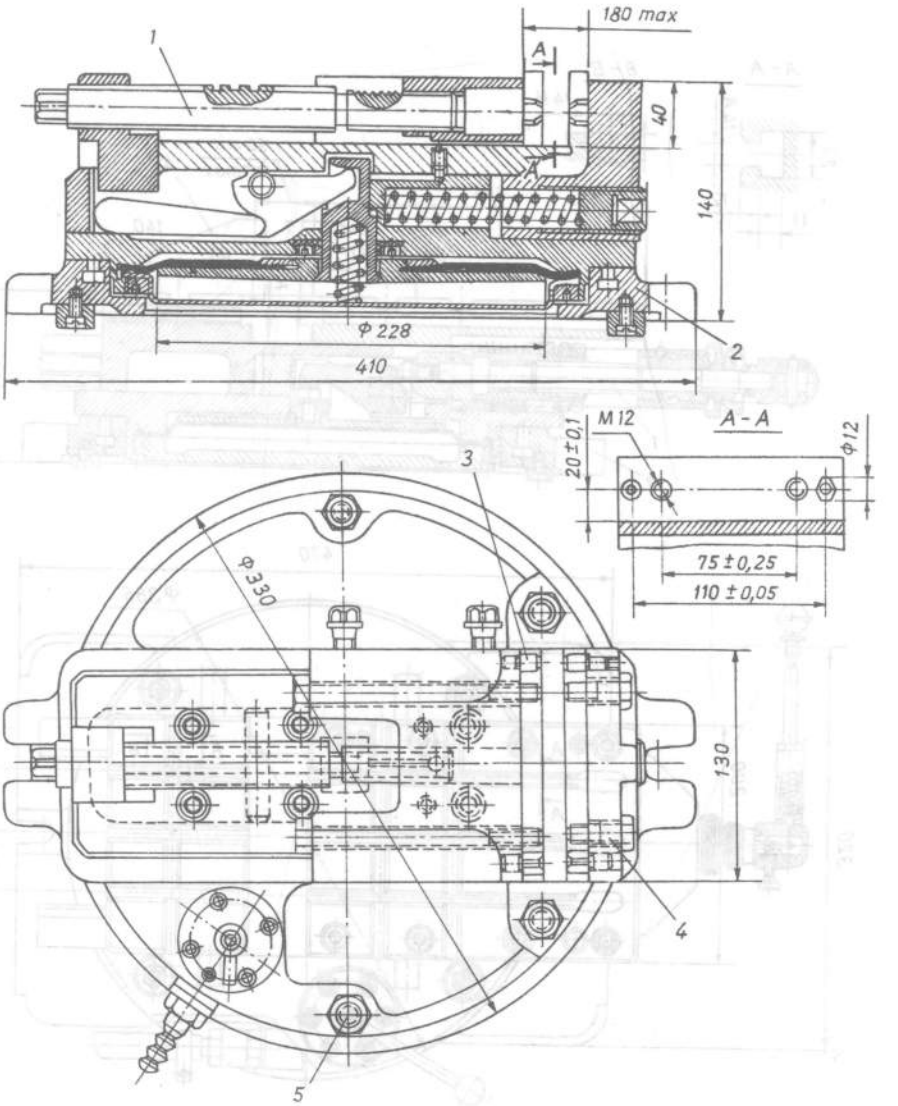
Êto này dùng ở chế độ gia công nhẹ và trung bình. Có 2 má động. Tác dụng nhanh hơn êtô trục vít. Hành trình kẹp bằng độ lệch tâm



Kích thước, mm

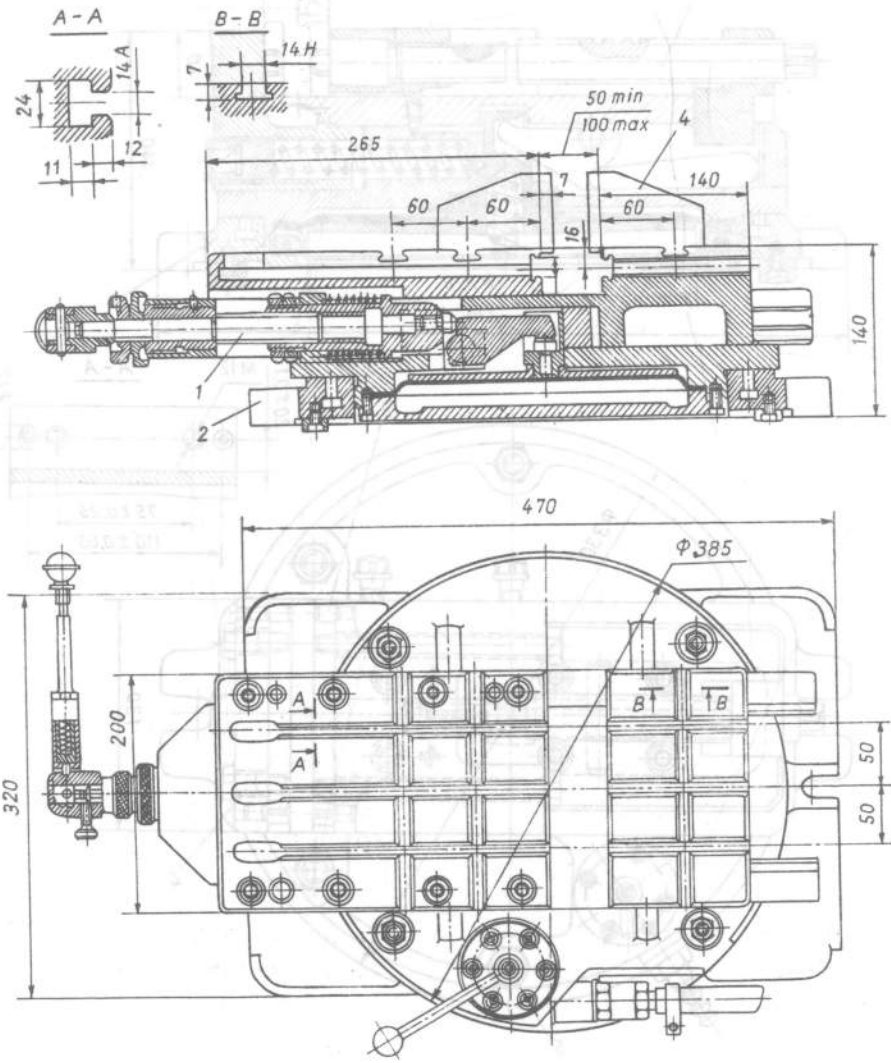
A_{max}	B	D	L	H	H_1	H_2	b	l	F	d	b_1
90	110	160	310	91	35	30	106	74	12	M8	14
150	180	250	490	130	50	38	162	110	16	M12	18

Bảng 8-95. *Êtô quay khí nén.*



Má kẹp của êtô này có thể thay đổi. Chúng được định vị trên các chốt 3 và kẹp chặt bằng các vít 4. Điều chỉnh sơ bộ theo kích thước cần bằng cách quay trục vít 1 để dịch chuyển má trái. Kẹp chặt do má phải tiến vào nhờ dẫn động khí nén. Ê tô có thể quay tương đối so với đế 2, kẹp chặt trên đế 2 bằng các đai ốc 5. Khi áp suất khí nén là 40N/cm², lực kẹp có thể đạt tới 25000N. Hành trình kẹp là 6mm.

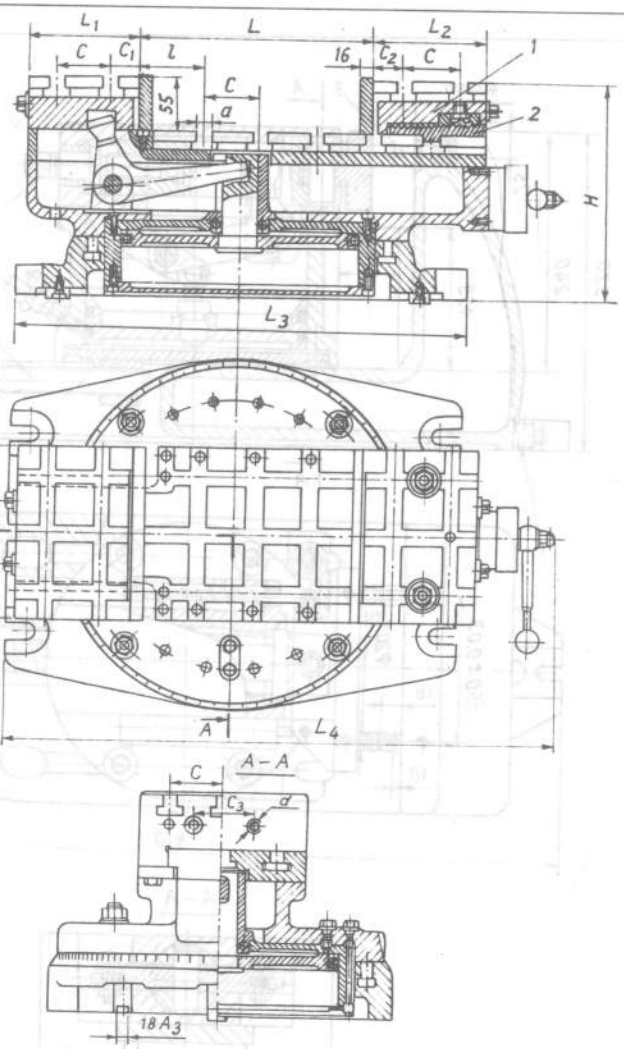
Bảng 8-96. *Êtô vạn năng điều chỉnh.*



Êtô vạn năng điều chỉnhb có phạm vi sử dụng rộng hơn so với loại trên và được dùng để kẹp chặt phôi có hình dáng, kích thước khác nhau đã được định vị trên mặt làm việc của hai má êtô 4. Điều chỉnh sơ bộ bằng trục vít 1, kẹp chặt bằng dẫn động khí nén.

Êtô có thể quay trên đế 2, kẹp chặt nó bằng các đai ốc 3. Khi áp suất khí nén là 40 N/cm^2, lực kẹp đạt tới 28000N. Lượng dịch chuyển của má động sau một vòng quay của trục vít 1chính bằng bước (t) của trục vít . Hành trình kẹp từ 5 ÷ 6mm.

Bảng 8-97. *Êtô vạn năng điều chỉnh, hành trình má phóng đại.*



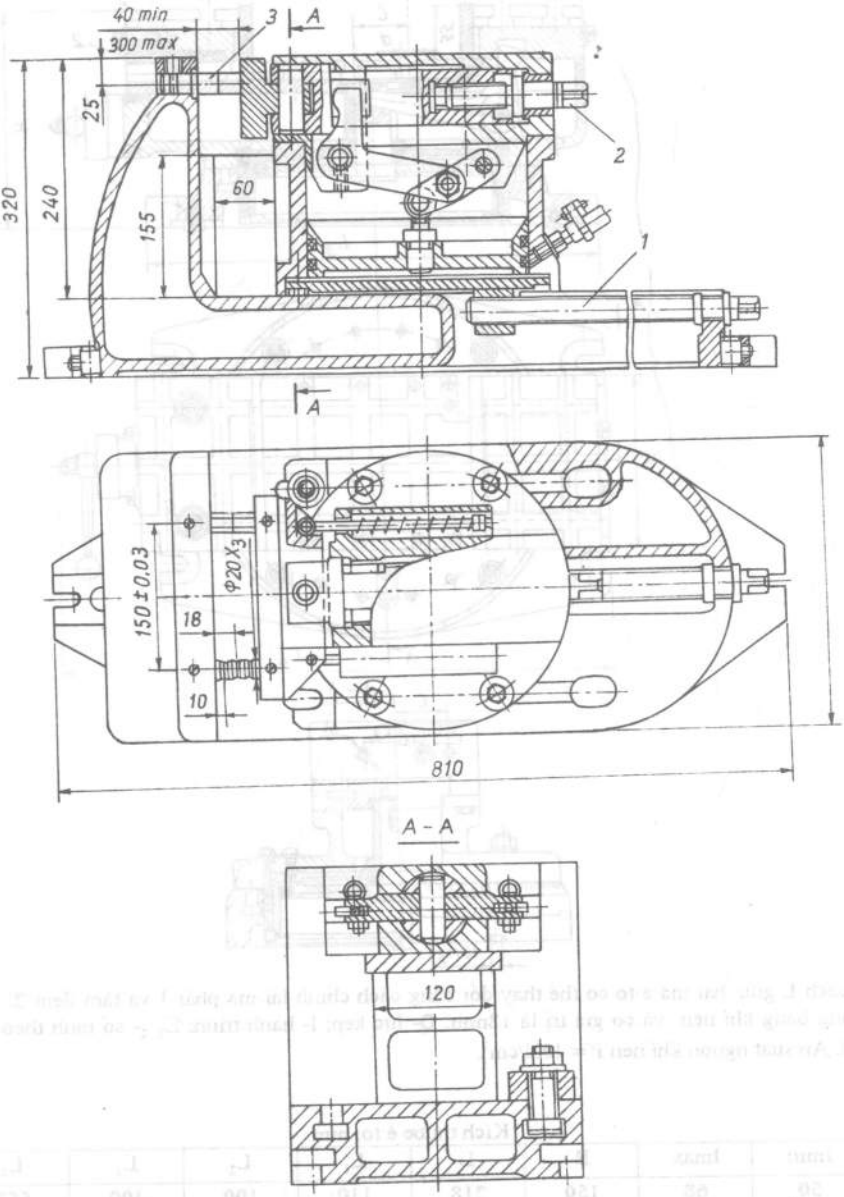
Khoảng cách L giữa hai má ê tô có thể thay đổi bằng cách chỉnh lại má phải 1 và tấm đệm 2. Hành trình kẹp được dẫn động bằng khí nén và có giá trị là 18mm. Q- lực kẹp; l- hành trình; $Z_{1,2}$- số rãnh theo chiều dài L và chiều rộng B. Áp suất nguồn khí nén P = 40N/cm².

Kích thước ê tô, mm

Q (N)	lmin	lmax	B	L	L_1	L_2	L_3	L_4	H
15000	50	68	150	218	110	100	400	552	190
40000	60	78	180	258	120	120	490	592	228

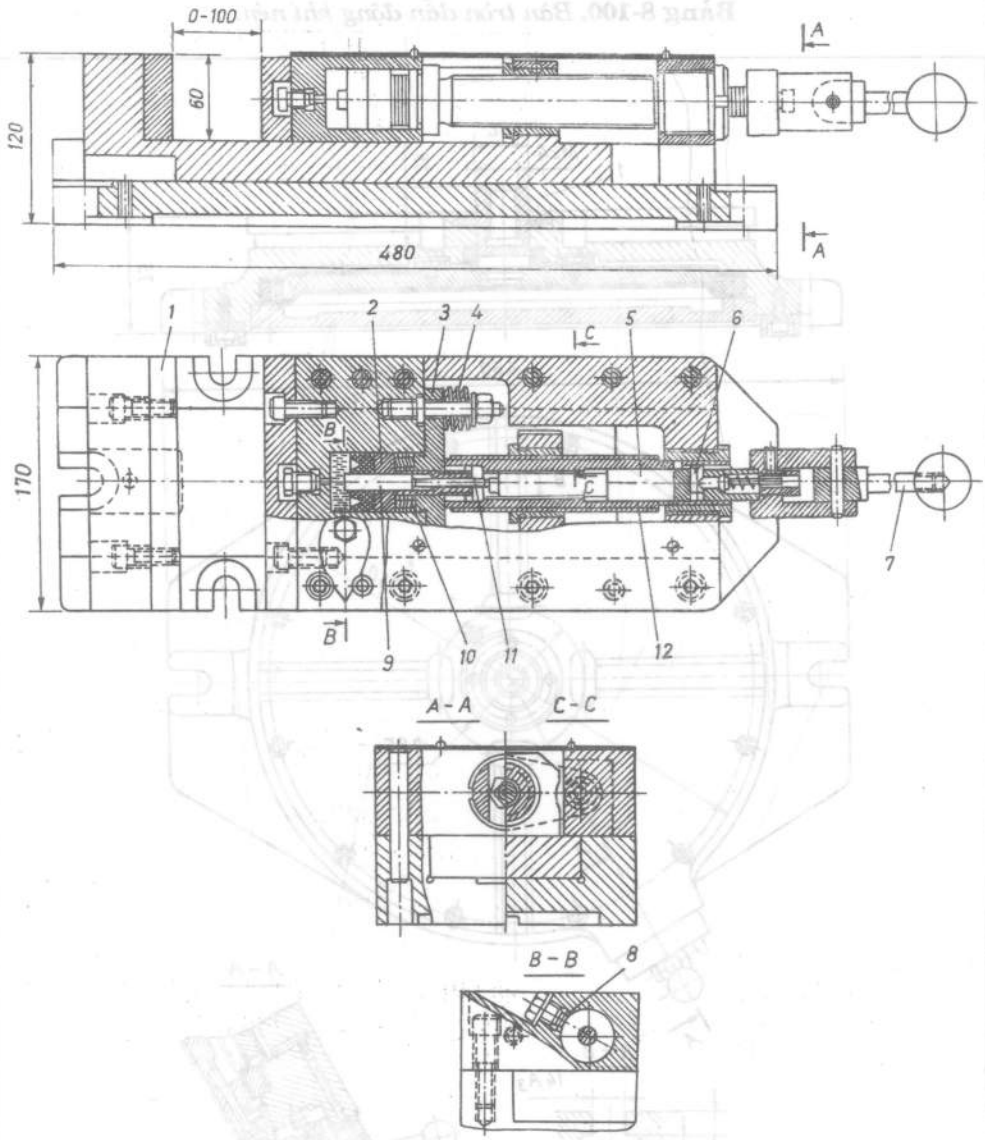
Q (N)	C	C_1	C_2	C_3	a	d	Z_1	Z_2
15000	50	30	25	54	12	M10	3	1
40000	60	50	30	68	16	M12		3

Bảng 8-98. *Êtô vạn năng điều chỉnh má nâng cao.*



Loại êtô này dùng ở chế độ nhẹ và trung bình. Vị trí má kẹp cao hơn nhiều so với bệ. Để định vị, kẹp chặt phôi có hình dạng phức tạp. Di chuyển má động bằng trục vít 1. Điều chỉnh sơ bộ bằng vít 2. Kẹp chặt bằng dẫn động khí nén. Hành trình kẹp ≤ 15mm. Khi p = 40N/cm^2, lực kẹp đạt tới 50000N. Má êtô được định vị trên các chốt gá 3.

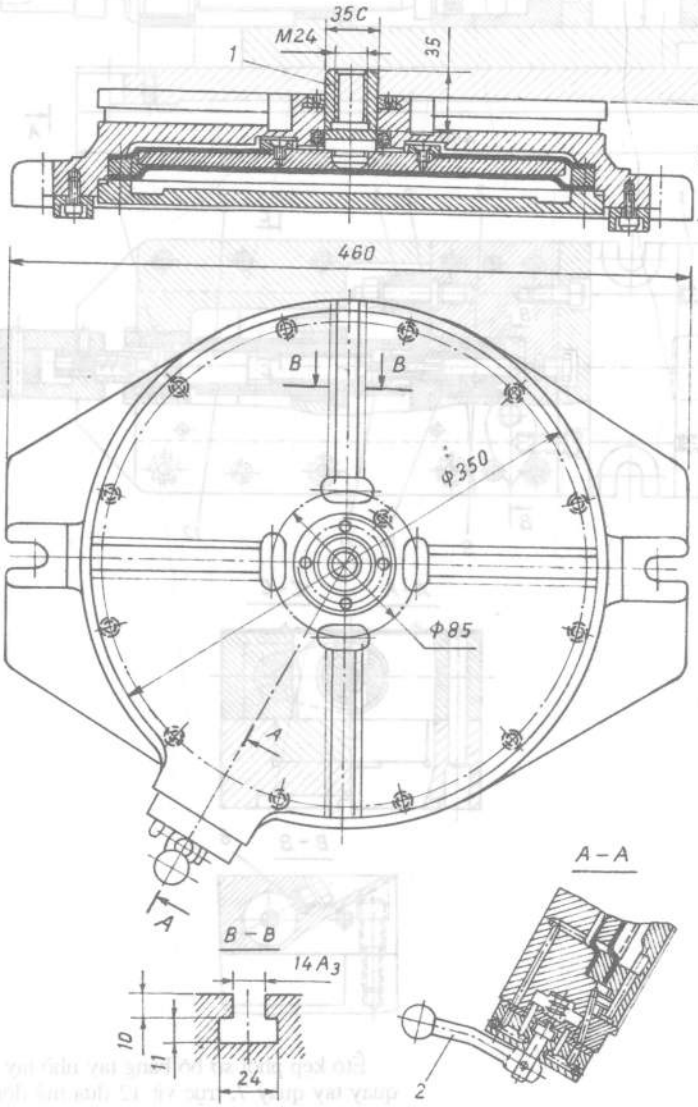
Bảng 8-99. *Êtô dẫn động cơ thuỷ lực.*



Êtô kẹp phôi sơ bộ bằng tay nhờ tay quay 7. Khi quay tay quay 7, trục vít 12 đưa má động 1 tới tiếp xúc với phôi, trục 5 ăn khớp với vít 12 thông qua chốt 6. Lúc đó, tăng lực làm 6 bị ép lại, vít 12 bị ngắt. Tiếp tục quay trục vít 7, 5 xê dịch, qua con trượt 11 và 9 làm tăng áp suất dầu thông qua piston 2 và đòn bẩy 3 đẩy má động 1 vào. Lò xo 10 làm lực kẹp tăng đều, êm; lò xo 4 đẩy piston về vị trí ban đầu khi tháo lỏng.

c) Bàn gá.

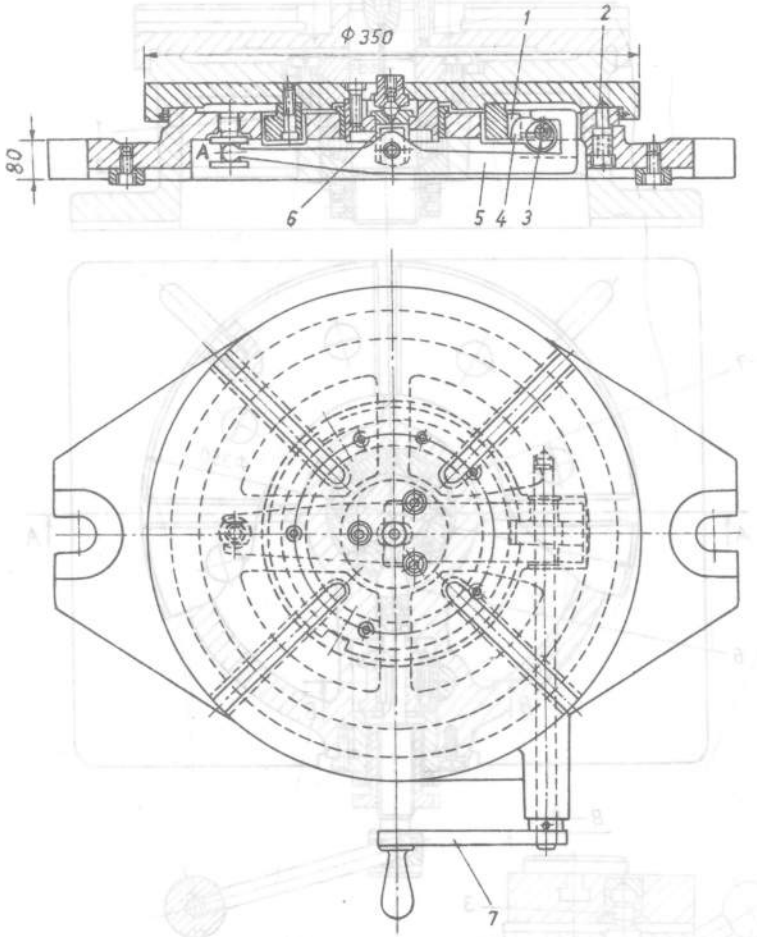
Bảng 8-100. *Bàn tròn dẫn động khí nén.*



Trên bàn có cơ cấu điều chỉnh, thay thế để định vị và kẹp chặt phôi. Đồ kẹp chặt mà cơ cấu điều chỉnh nối với cần 1 của dẫn động khí nén. Với kích thước bàn đã cho, hành trình cần là 12mm. Khi áp suất khí nén trong mạng p = 40N/cm^2, lực kéo là: 15000N. Tay quay 2 của van phân phối sẽ điều khiển việc kẹp chặt và tháo lỏng phôi.

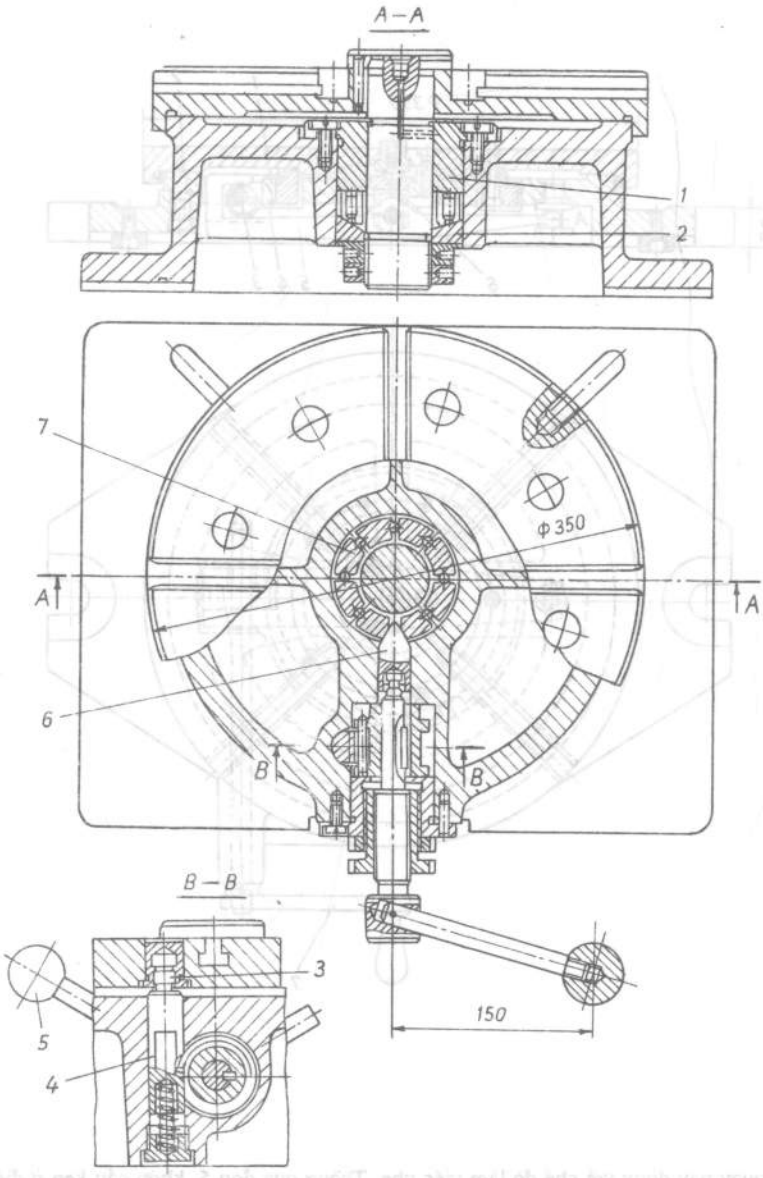
Bảng 8-101. *Bàn quay định vị và kẹp chặt phần quay đồng thời.*

Kiểu I



Kiểu bàn quay này dùng với chế độ làm việc nhẹ. Thông qua đòn 5, khớp cầu kẹp ở điểm A để điều khiển việc kẹp chặt. Khi quay tay quay 7, trên đó có lệch tâm 3 sẽ định vị và kẹp chặt phần quay của bàn. Khi quay bánh lệch tâm cam 4 sẽ đi vào rãnh trên đĩa phân độ 1, định vị góc quay. Cùng lúc đó bánh lệch tâm ấn cần 5 xuống, thông qua chốt 6 kẹp chặt phần quay trên phần cố định. Chốt 2 để định vị sơ bộ bàn theo góc cần thiết.

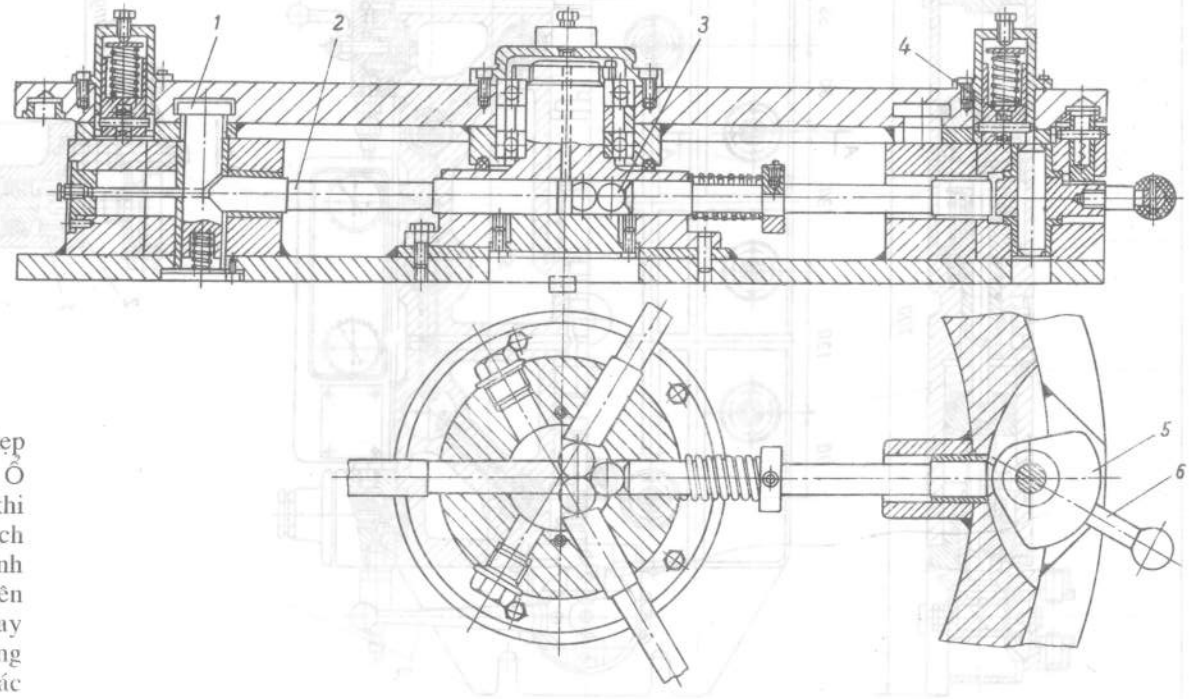
Kiểu II



Kiểu bàn quay này dùng để làm việc ở chế độ nhẹ và trung bình. Trên bàn có các lỗ phân độ cách nhau 45^0. Quay tay quay 5, bàn sẽ được định vị và kẹp chặt. Khi đó chốt định vị 4 nhờ lực lò xo được đẩy vào bạc 3, còn chêm 6 bánh vành 7 nằm giữa bạc kẹp 1 và đệm 2 trong thân cố định rồi ấn nó xuống kẹp chặt bàn. Quay bàn bằng tay. Khi lực quay là 150N, mômen là 2250N.cm

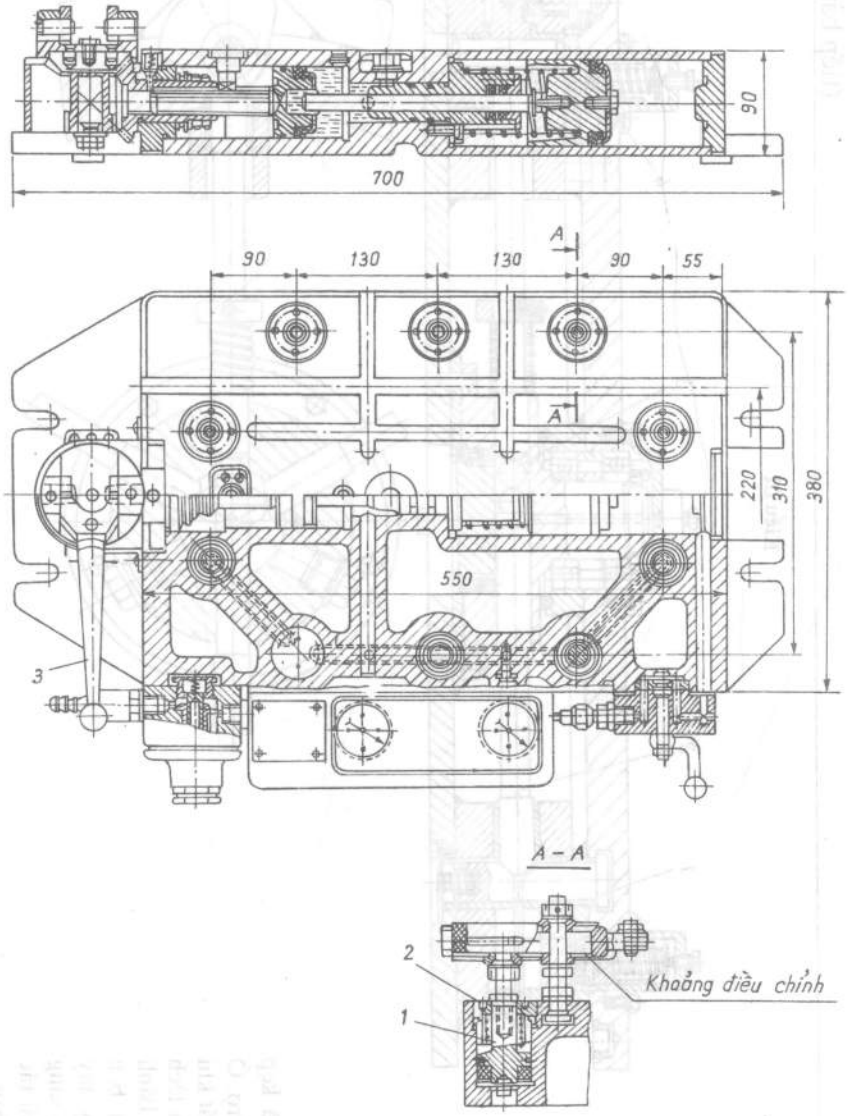
(tiếp bảng 8-101).

Kiểu III



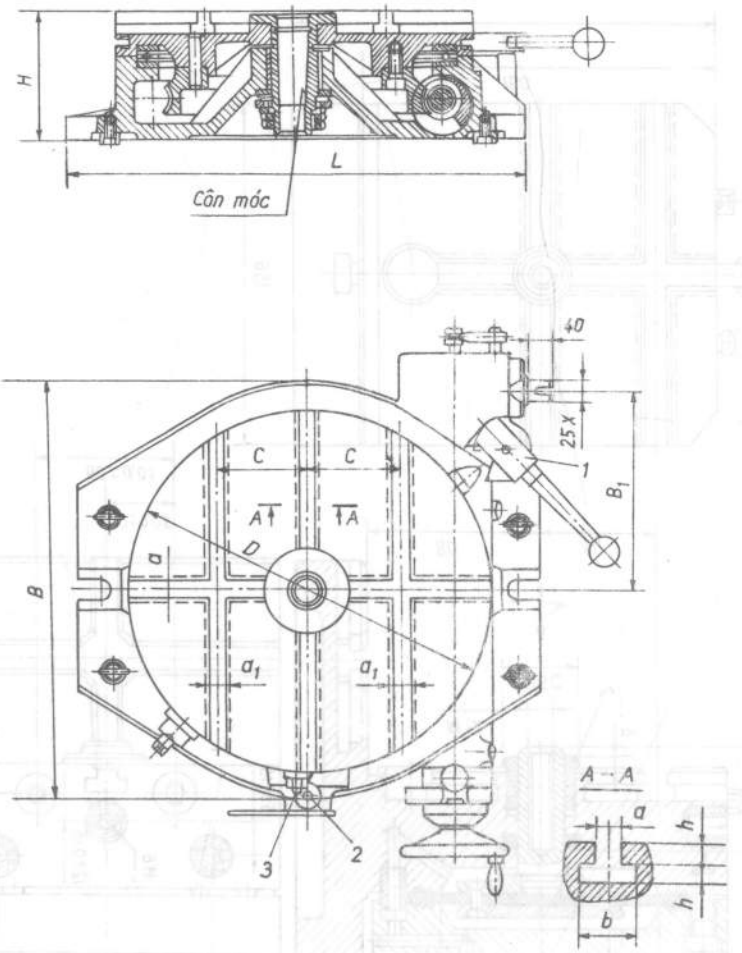
Bàn này dùng để định vị và kẹp chặt phôi nặng có đồ gá hỗ trợ. Ổ bi 4 để chịu tải và giảm ma sát khi quay. Quay tay quay 6, bánh lệch tâm 5 định vị bàn vào vị trí. Bánh lệch tâm làm việc theo mặt bên và mặt đầu trên. Khi quay tay quay 6, thông qua trục đẩy bi sang trái, đẩy con trượt 2 sang trái tác dụng vào chốt 1 và kẹp chặt bàn.

Bảng 8-102. *Bàn vạn năng điều chỉnh.*



Bàn này dùng để định vị và kẹp chặt phôi có hình dạng , kích thước khác nhau khi gia công trên máy phay. Trên mặt phẳng của bàn máy có các rãnh để định vị và kẹp chặt cơ cấu điều chỉnh, thay thế. Có 10 piston thuỷ lực một được bố trí trên bàn cùng với dẫn đồng khí nén để truyền lực đến đồ kẹp chặt. Khi làm việc hành trình một piston là 8mm, khi ba piston cùng làm việc, hành trình là 3mm; với số lượng piston lớn hơn, hành trình sẽ nhỏ đi. Những piston không cần làm việc phải tháo lòng đai ốc 2. Tay quay 3 để kẹp chặt sơ bộ phôi. Khi áp suất khí nén là $p = 40N/cm^2$, lực kéo cần có thể điều chỉnh được từ **3000 ÷ 12000N**.

Bảng 8-103. *Bàn tròn quay dẫn động cơ khí.*



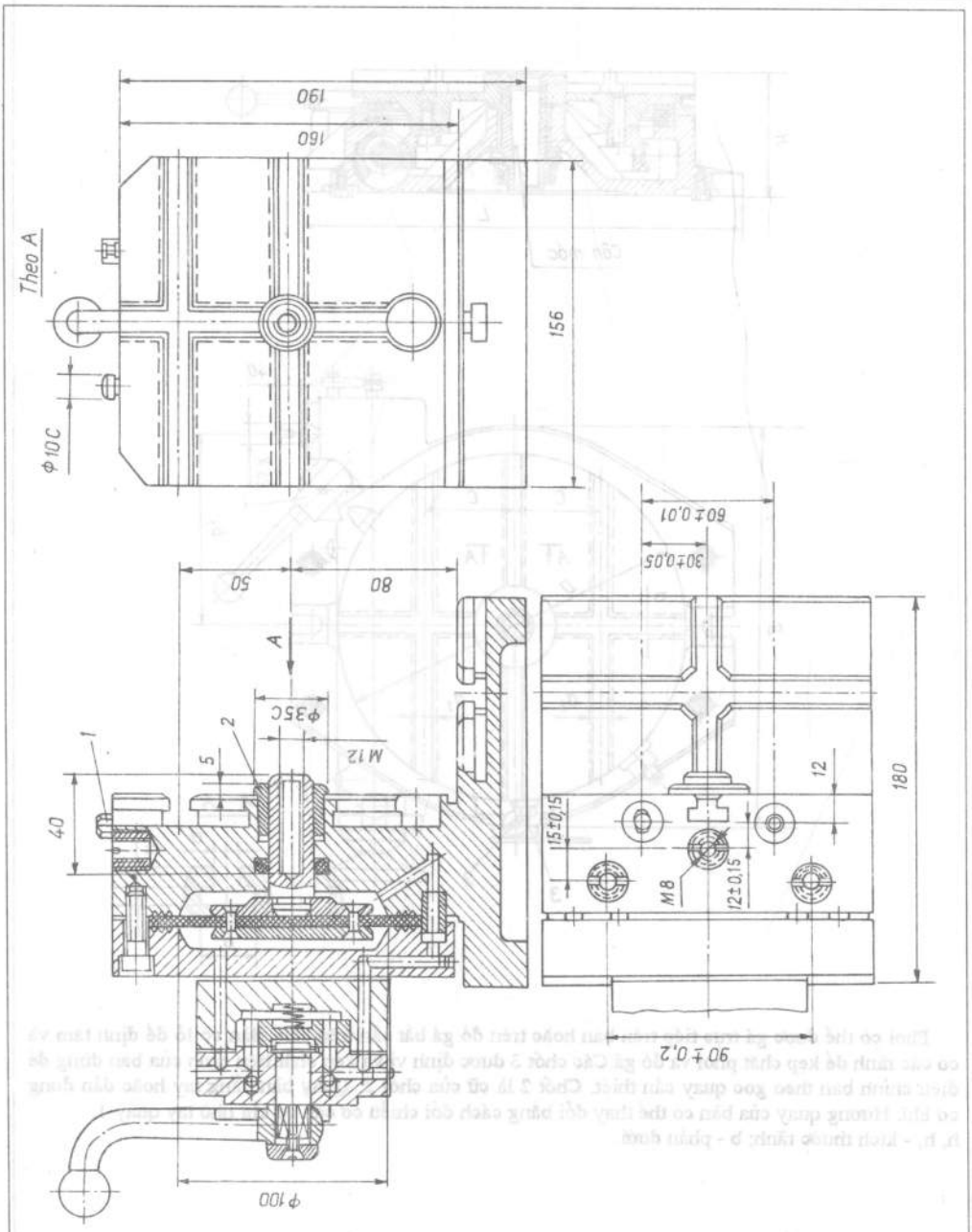
Phôi có thể được gá trực tiếp trên bàn hoặc trên đồ gá bắt sẵn trên bàn. Bàn có lỗ để định tâm và có các rãnh để kẹp chặt phôi và đồ gá.Các chốt 3 được định vị và kẹp chặt trên rãnh của bàn dùng để điều chỉnh bàn theo góc quay cần thiết. Chốt 2 là cữ của chốt 3. Quay bàn bằng tay hoặc dẫn động cơ khí. Hướng quay của bàn có thể thay đổi bằng cách đổi chiều cơ cấu cơ khí nhờ tay quay 1.
h, h_1 - kích thước rãnh; b - phần dưới.

Kích thước, mm.

D	L	B	B_1	H	C	a	a_1	b	h	h_1	d	N^0
350	480	385	193	155	85	18	18	30	14	14	30	3
500	630	556	275	170	125	22	22	36	16	18	50	5
700	820	760	312	185	200							

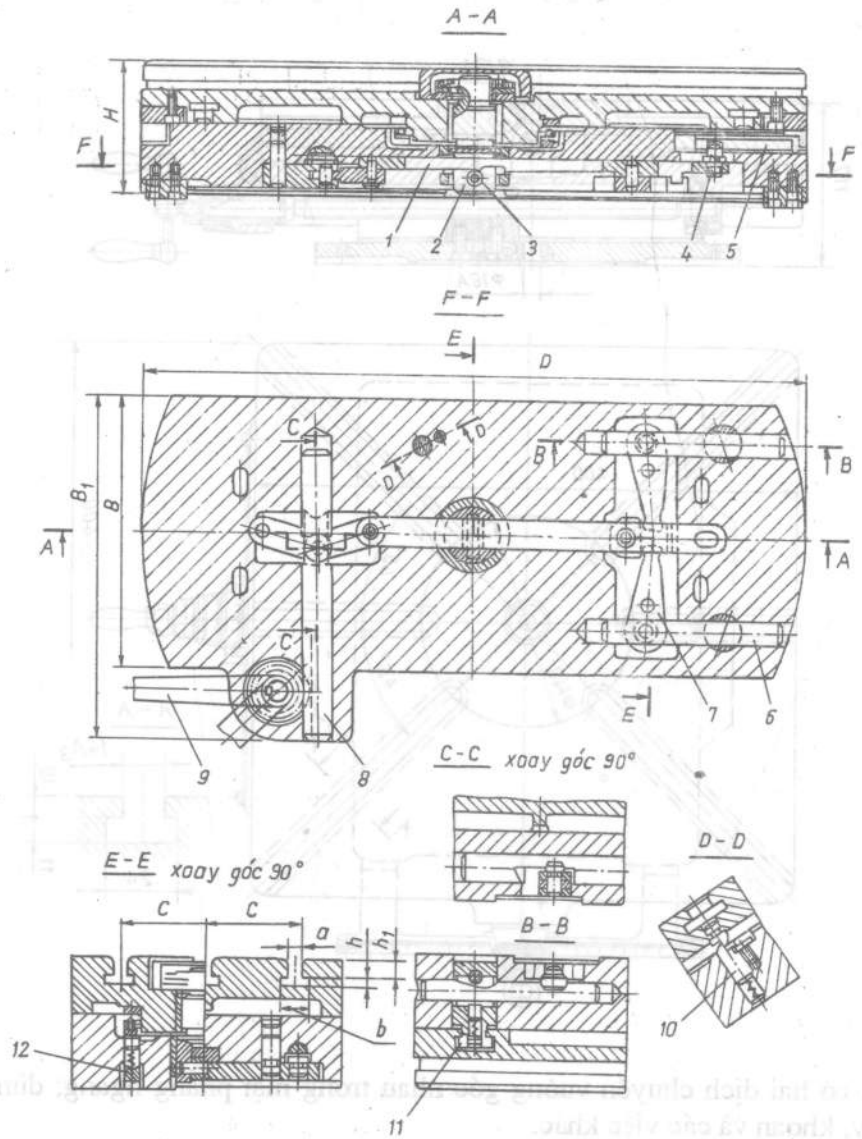
N^0 - Ký hiệu côn moóc.

Bảng 8-104. *Bàn vuông góc*



Bàn này dùng để kẹp phôi không lớn lắm khi khoan hoặc phay. Chốt 1 để định vị phiến dẫn. Cơ cấu điều chỉnh định vị trên rãnh của bàn và phần lồi của bạc 2. Kẹp chặt bằng dẫn động khí nén xilanh màng. Khi áp suất khí nén
p = 40 N/cm^2 , lực trên cần xilanh màng là 2500N. Hành trình kẹp 10 ÷ 12mm.

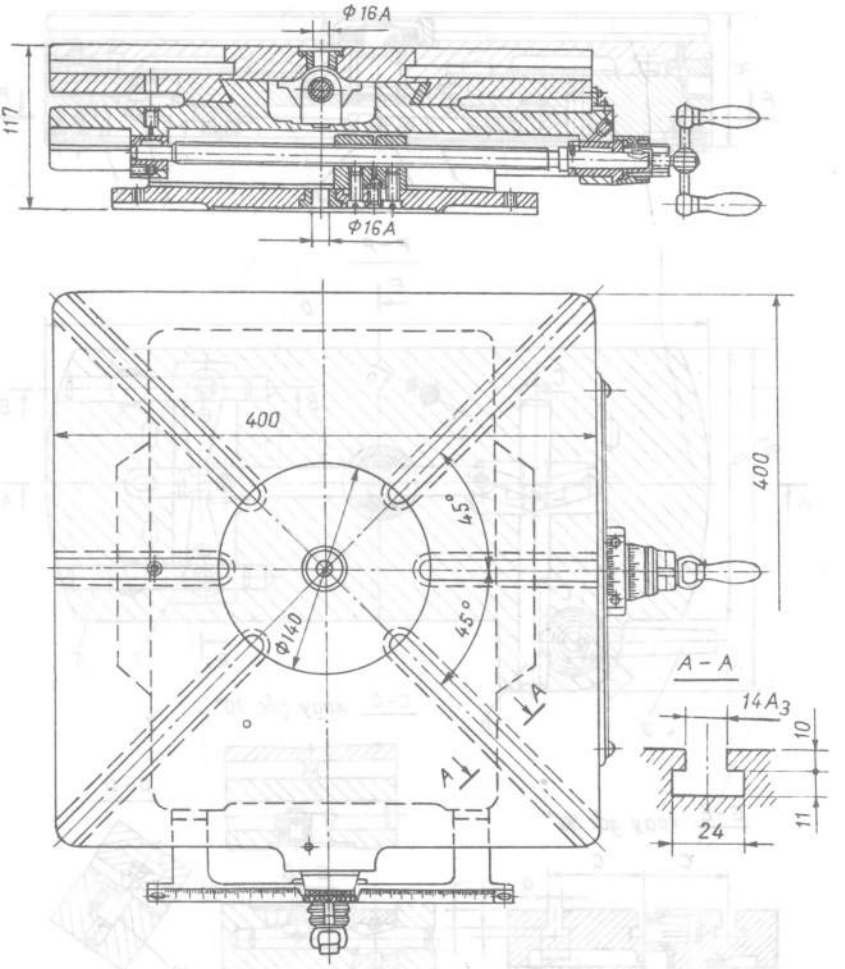
Bảng 8-105. *Bàn quay hai vị trí, mm.*



Bàn này dùng cho các nguyên công phay, cho phép thay phôi do tính toán thời gian máy. Lúc đó ở hai đầu bàn lắp hai đồ gá chốt 10 để gá đặt bàn sơ bộ vào vị trí làm việc. Tay quay 9 thông qua thanh răng 8 và đòn 1 để định vị và kẹp chặt cuối cùng. Khi quay tay quay, đòn 1 di chuyển sang phải, nhờ chốt xoay 4 đưa chốt 5 vào hốc đồng thời đòn 1 tỳ vào con lăn 3 ấn chốt 2 xuống thân và làm quay cam 7 kéo chốt 6 di chuyển, nhờ chốt 11 kẹp chặt nó. lò xo 12 để nâng bàn lên khi quay.

D	B	B_1	H	$C^{\pm 0,1}$	a	b	h	h_1
600	300	375	135	100	16	27	12	11
750	400	490	160	120	17	30	14	14
1000								

Bảng 8-106. *Bàn toạ độ vạn năng.*

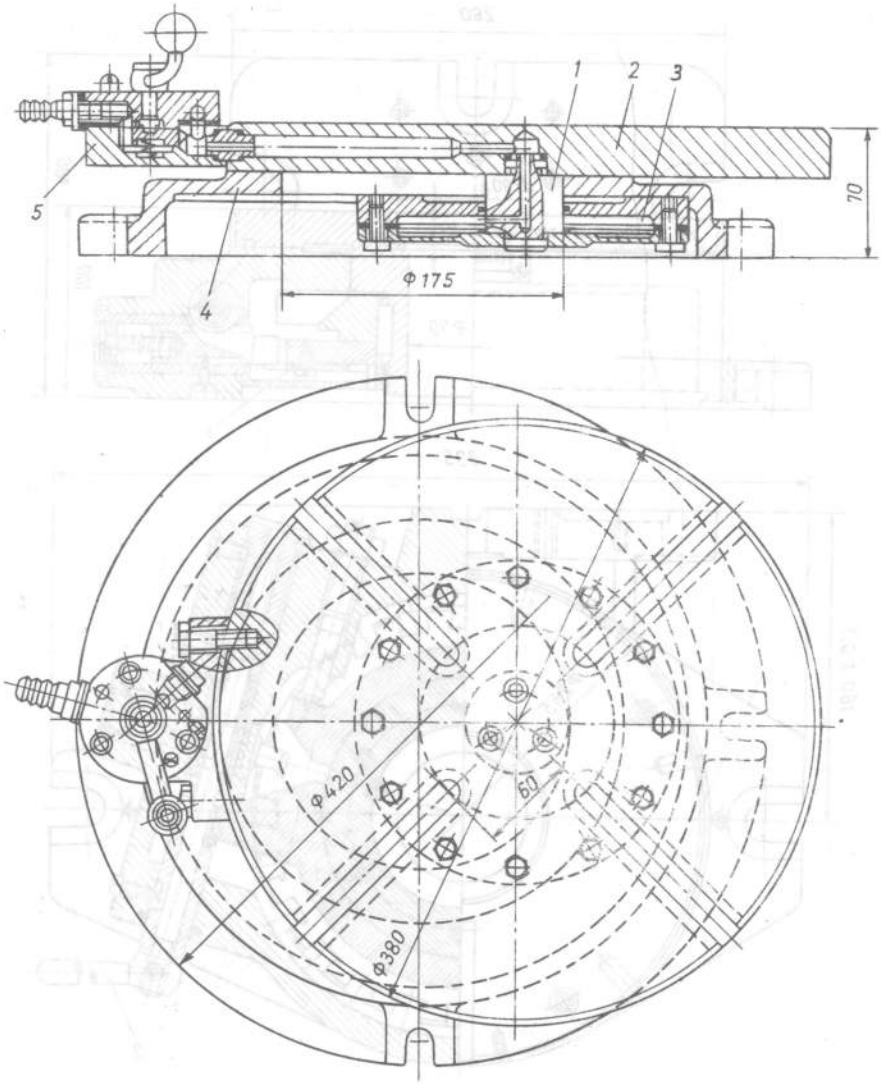


Bàn có hai dịch chuyển vuông góc nhau trong mặt phẳng ngang, dùng để phay, khoan và các việc khác.

Phôi có thể gá trực tiếp trên bàn hoặc trên đồ gá lắp trên bàn. Trên bàn có lỗ để định tâm và các rãnh để bắt chặt phôi hoặc đồ gá.

Bàn dịch chuyển nhờ trục vít khi quay tay quay. Lượng dịch chuyển theo mỗi phương là 230mm. Xác định lượng dịch chuyển bằng thang chia (du xích), Giá trị mỗi vạch của thang chia là 0,05mm.

Bảng 8-107. *Bàn tuỳ động dùng cho máy khoan.*

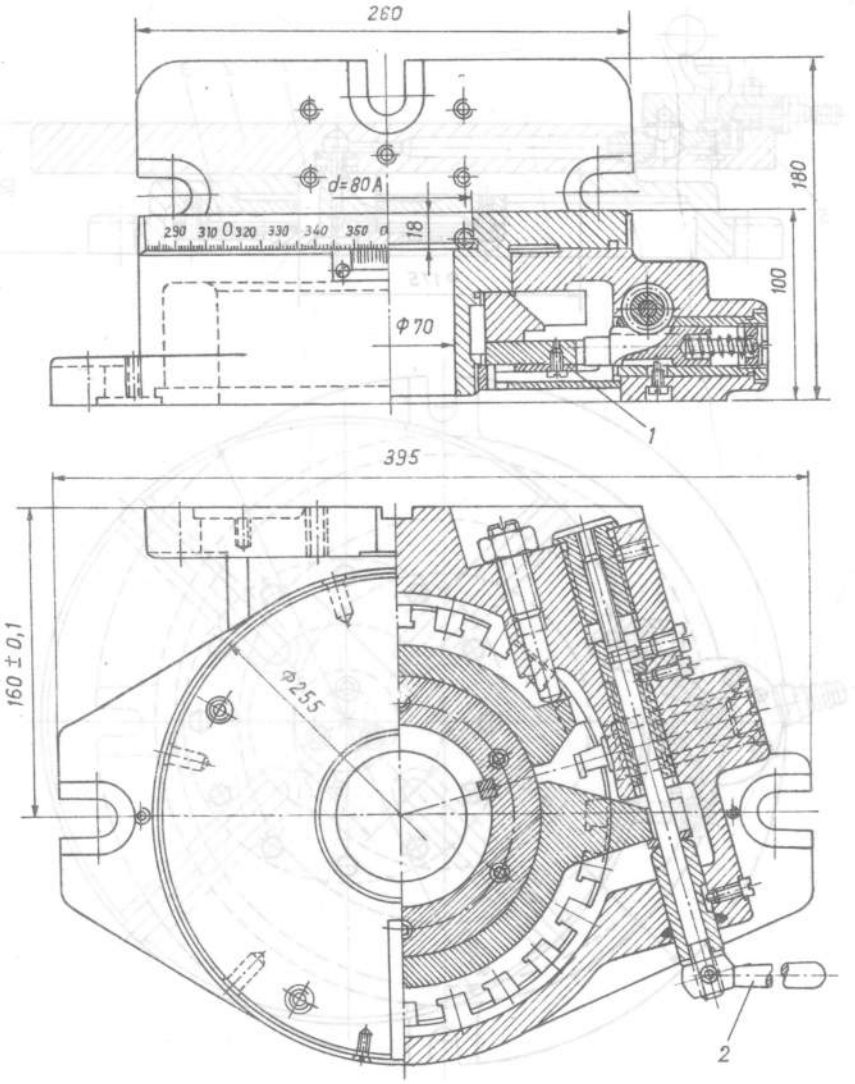


Phôi có thể gá đặt bản dưỡng đã kẹp chặt trên bàn 2 hoặc gá trực tiếp trên bàn khi cần đưa vị trí gia công phân bố tại các điểm khác nhau trên mặt phôi vào vị trí dụng cụ để gia công. Việc này được thực hiện nhờ dịch chuyển bàn máy bằng tay.

Để kẹp chặt bàn, dùng dẫn động khí nén xilanh màng 3 kẹp chặt ở mặt trong của phiến 4. Lượng xê dịch của bàn bị hạn chế bởi giới hạn dịch chuyển của chốt 1.

Dẫn khí nén qua van 5 vào xilanh màng bằng các ống dẫn mềm dễ uốn để xê dịch bàn dễ dàng.

Bảng 8-108. *Bàn phân độ vạn năng.*



Bàn này dùng để phay. Khi phân độ có thể quay xung quanh trục thẳng đứng hoặc trục nằm ngang.

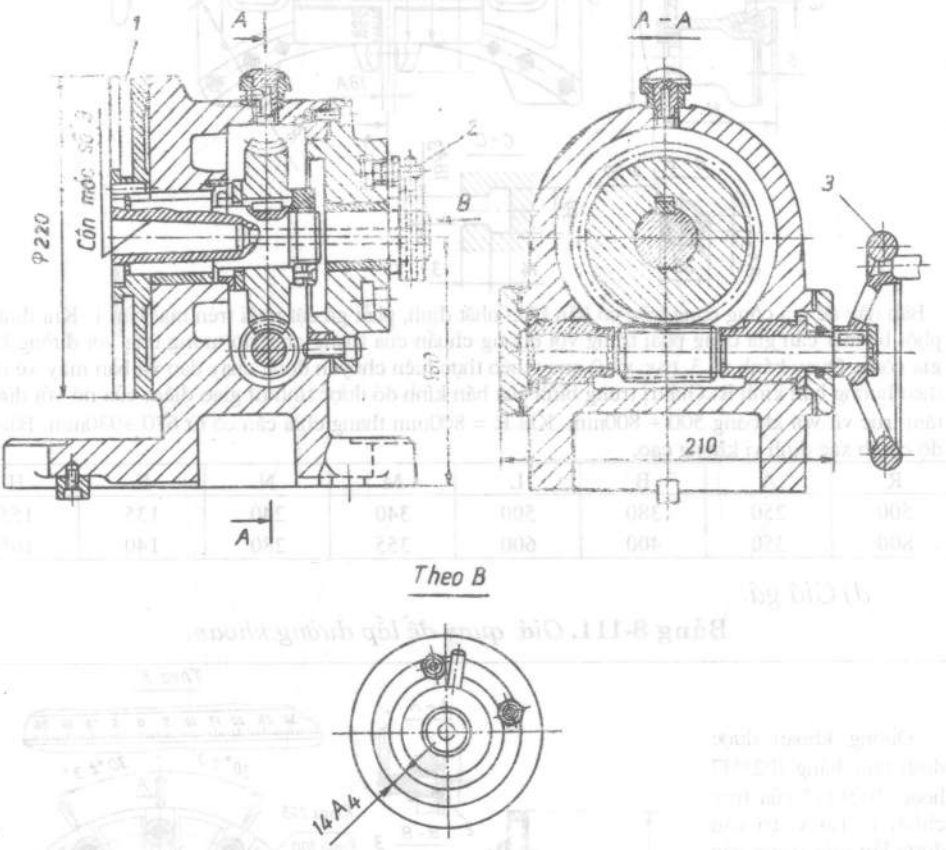
Để định vị bàn theo góc cần thiết người ta dùng đĩa chia độ thay thế 1. Một đĩa chia độ có thể chia thành 2, 3, 4, 5, 8 và 12 phần.

Bàn được kẹp chặt bằng cách quay tay quay 2.

Dùng lỗ d = Φ80H7 để định vị cơ cấu điều chỉnh.

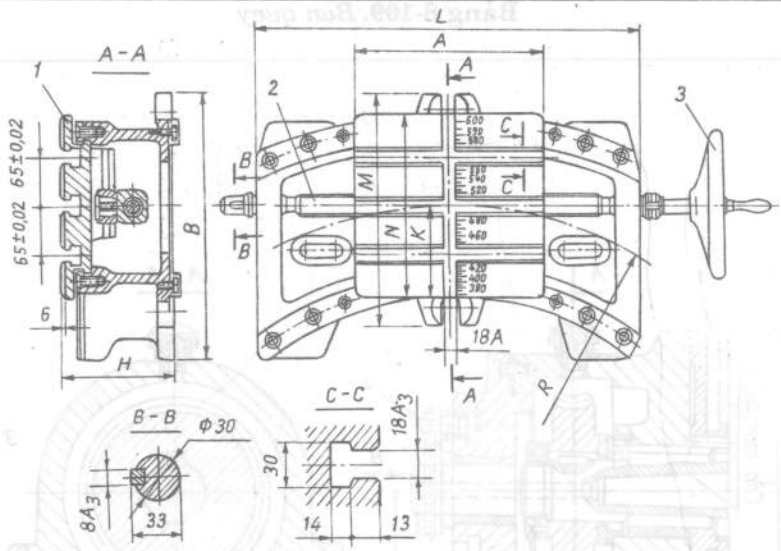
Bàn có thể gá trên hai mặt vuông góc nhau.

Bảng 8-109. *Bàn quay*



Bàn quay dùng để phay các bán kính cong, rãnh v...v. Phôi được gá trên trục gá hoặc trực tiếp trên phần quay 1. Chuyển động quay do tay quay 3 thực hiện làm quay cặp trục vít - bánh vít. Để định vị góc quay, dùng hai khối di động 2 lắp trên rãnh của nắp bàn.

Bảng 8-110. *Bàn để gia công cung tròn, mm.*



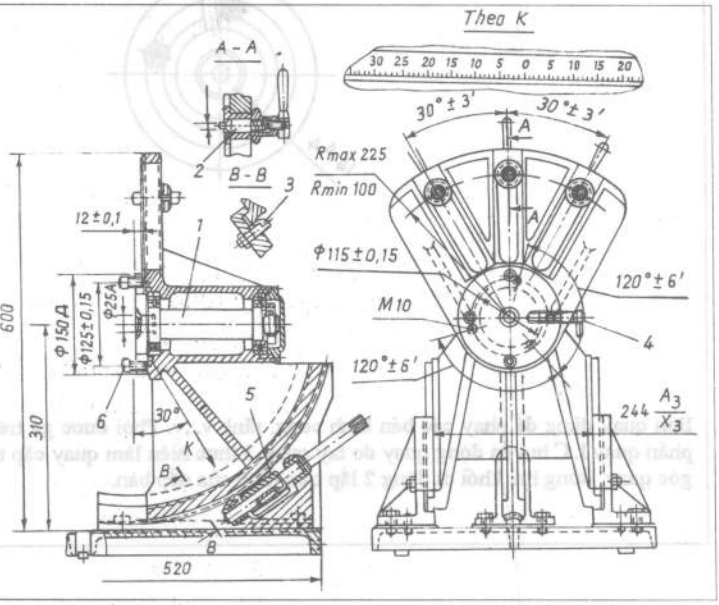
Bàn này để gia công cung tròn có bán kính nhất định, phải gá đặt phôi trên mặt bàn 1. Khi định vị phôi bề mặt cần gia công phải trùng với đường chuẩn của thang chia độ tương ứng với đường kính gia công. Quay bánh đà 3, trục vít 2 quay theo thực hiện chuyển động chạy dao và bàn máy xê dịch theo hướng bán kính R. Giá trị trung bình của bán kính đó được tính từ giao điểm của nó với đường tâm trục vít với khoảng 500 ÷ 800mm. Khi R = 800mm thang chia cần có từ 670 ÷930mm. Bàn có độ chính xác định vị không cao.

R	A	B	L	M	N	K	H
500	250	380	500	340	240	135	155
800	350	400	600	355	280	140	165

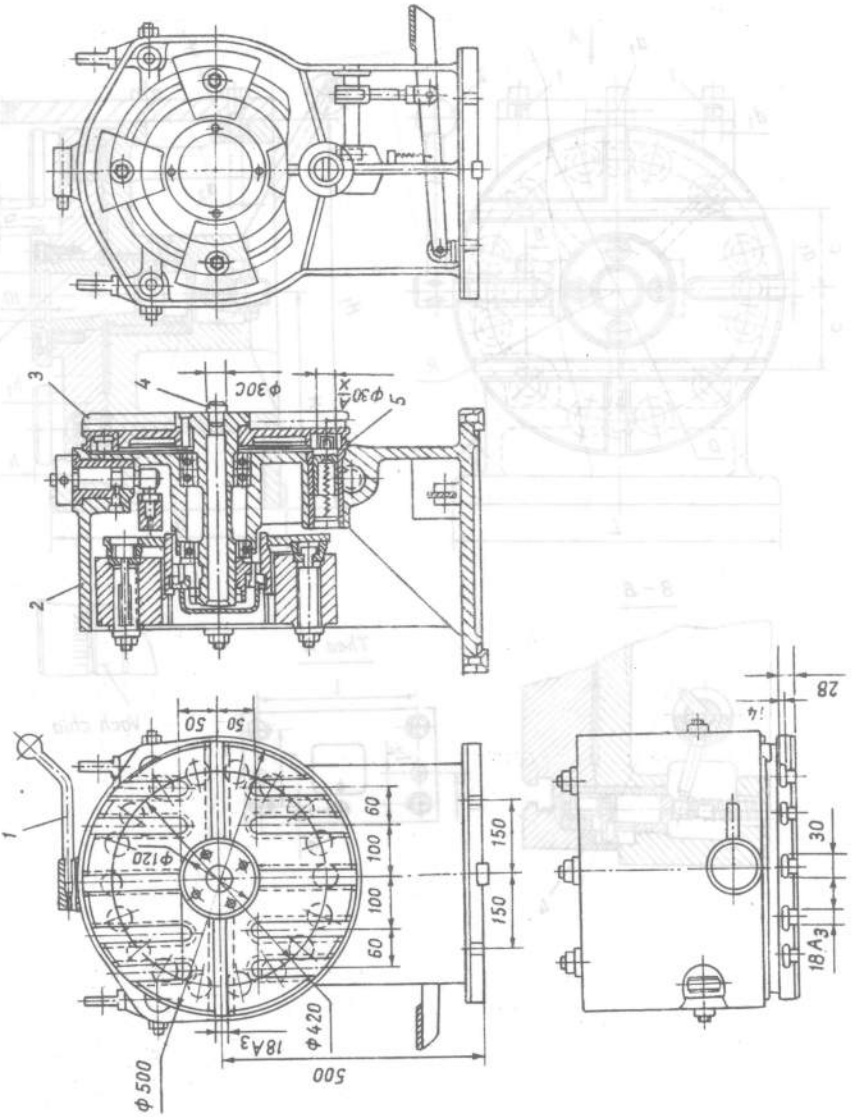
d) Giá gá.

Bảng 8-111. *Giá quay để lắp dưỡng khoan.*

Dưỡng khoan được định tâm bằng Φ25H7 hoặc Φ150H7 của trục chính 1. Tại vị trí cần được lắp một trong các chốt 2 và kẹp chặt dưỡng khoan trên bích của trục chính bằng vít 6. Trục chính được chặn bằng vít 4. Khi quay 5 mặt định vị có thể quay một góc ±30° so với phương đứng, kẹp chặt nó bằng vít 3.

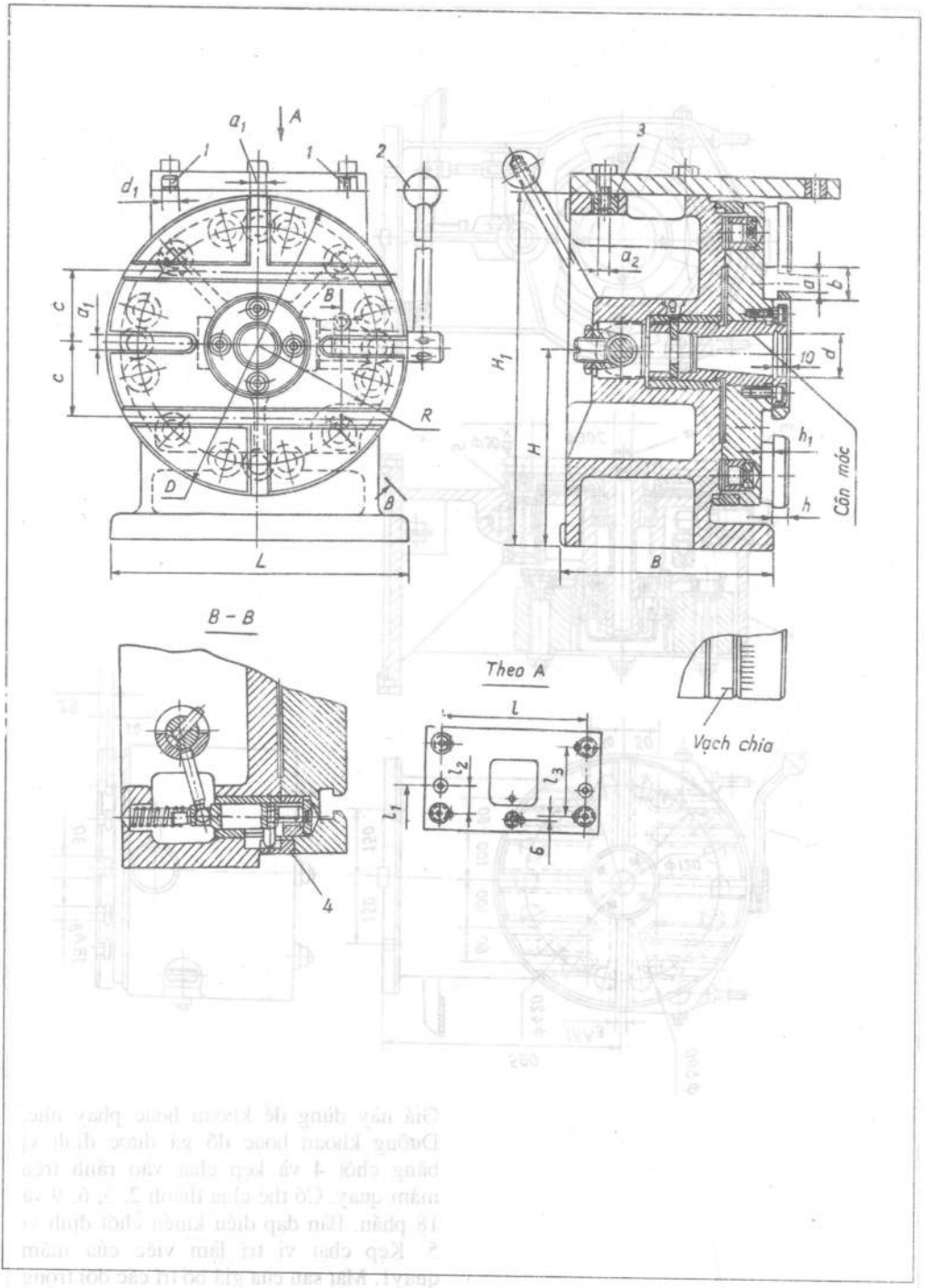


Bảng 8-112. *Giá có mâm chia và đối trọng.*



Giá này dùng để khoan hoặc phay nhẹ. Dưỡng khoan hoặc đồ gá được định vị bằng chốt 4 và kẹp chặt vào rãnh trên mâm quay. Có thể chia thành 2, 3, 6, 9 và 18 phần. Bàn đạp điều khiển chốt định vị 5. Kẹp chặt vị trí làm việc của mâm quay1. Mặt sau của giá bố trí các đối trọng 2 để cân bằng khi quay.

Bảng 8-113. *Giá có bàn chia và kẹp lệch tâm.*



(tiếp bảng 8-113).

Loại giá này dùng trên máy khoan cần. Phôi được gá trực tiếp trên mặt bàn làm việc của mâm chia hoặc đồ gá đã được định tâm bằng lỗ trụ d hoặc lỗ côn moóc trên đồ gá.

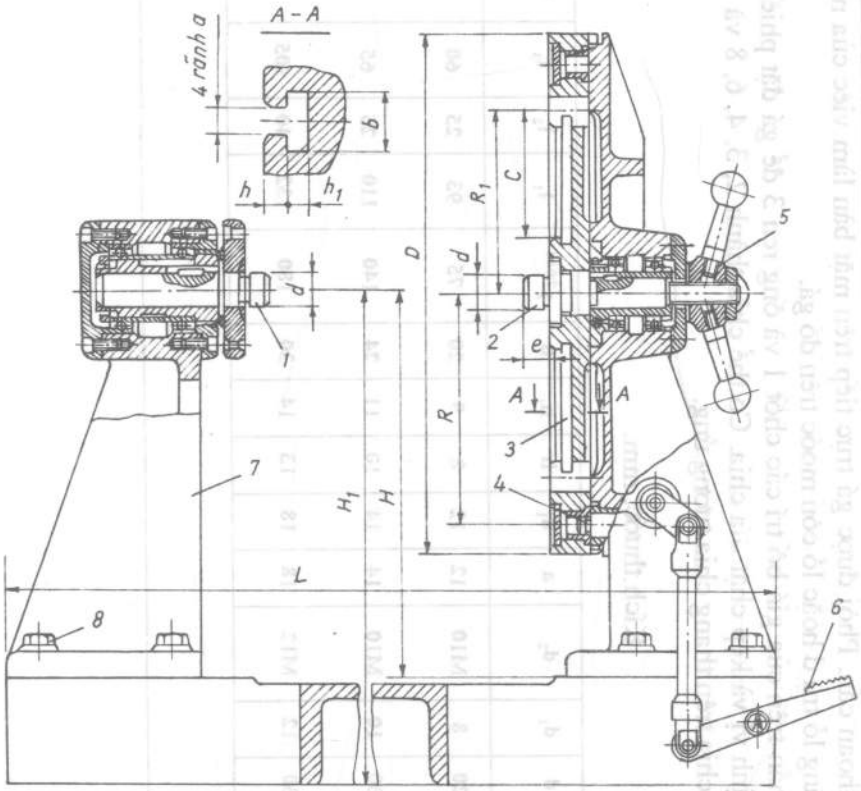
Lỗ côn để gá đặt trục gá, phần trên của giá bố trí các chốt 1 và ống ren 3 để gá đặt phiến dẫn có bạc dẫn. Quay tay quay 2 sẽ định vị và kẹp chặt đĩa chia. Có thể chia thành 2, 3, 4, 6, 8 và 12 phần. Điều chỉnh vạch chia nhờ vạch chia trên thang chia tương ứng.

Kích thước, mm.

D	R	H	H_1	B	d	d_1	d_2	a	a_1	h	h_1	b	$l^{\pm 0,01}$	l_1	l_2	l_3	N^0	c
150	50	100	180	140	20	8	M10	12	12	8	9	20	75	93	25	60	2	45
250	100	160	290	170	30	10	M10	14	14	10	11	24	140	110	25	65	3	60
350	140	215	395	220	30	12	M12	18	18	13	14	30	180	132	40	105	3	100

N^0 - số côn mooc.

Bảng 8-114. *Giá hai gối đỡ có mâm chia.*



Giá loại này dùng cho bản dưỡng quay đã được định tâm trên hai chốt 1 và 2. Khi định vị bản dưỡng, giá 7 phải lùi ra, sau đó lắp bản dưỡng vào chốt 1 kẹp chặt bằng vít 8 Để kẹp chặt bản dưỡng trên đĩa chia có ba rãnh hướng tâm. Bốn lỗ định vị phân bố theo vòng tròn trên mâm chia, cho phép nó quay được các góc 90°, 180°, 270° nhờ chốt định vị 4 được điều khiển bằng bàn đạp 6. Bánh đà 5 dùng để kẹp chặt mâm chia ở vị trí cần thiết.

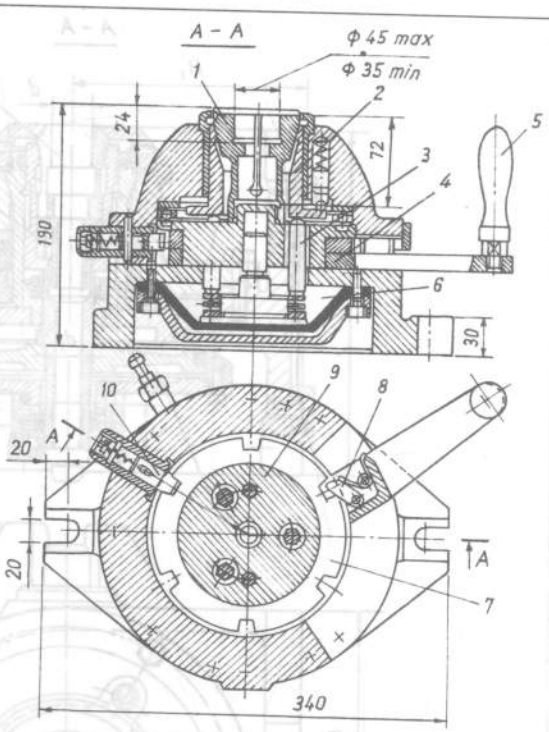
Kích thước, mm.

D	$R^{\pm 0,015}$	R_1	$H^{\pm 0,015}$	H_1	d	e	a	b	h	h_1	C	L ≤
600	260	215	450	575	40	25	14	24	10	11	157	1500
750	325	260	600	750	50	30	18	30	13	14	179	2000

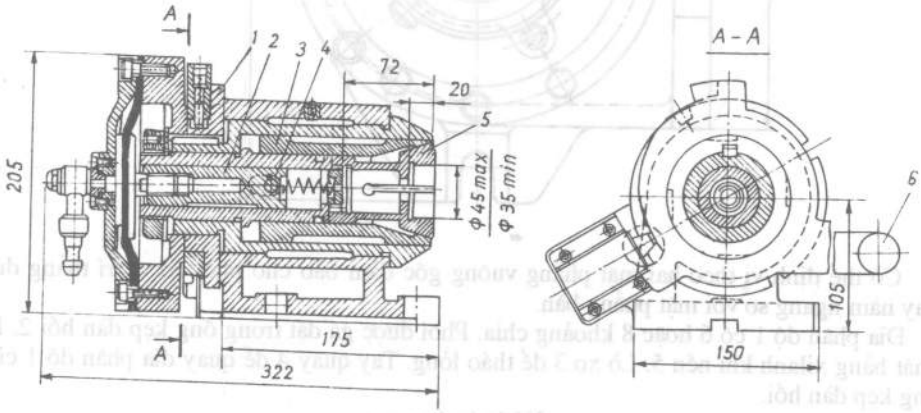
e) Đầu phân độ.

Bảng 8-115. *Đầu phân độ thẳng đứng dẫn động khí nén.*

Loại đầu này dùng để định vị, kẹp chặt chi tiết khi gia công trên máy phay hoặc máy khoan. Chi tiết được kẹp chặt bằng ống đàn hồi 1 do dẫn động khí nén của xilanh màng 6 thông qua con trượt 3 để truyền lực đẩy vào bạc 2. Tay quay 5 quay đĩa lệch tâm 4 để quay ống kẹp đàn hồi. Khi đĩa lệch tâm 4 quay, chốt định vị 10 được rút ra khỏi rãnh của đĩa phân độ 7. Cùng lúc đó con cóc 8 lắp trên tay quay vào khớp với hốc của đĩa phân độ và quay với ống kẹp đàn hồi.

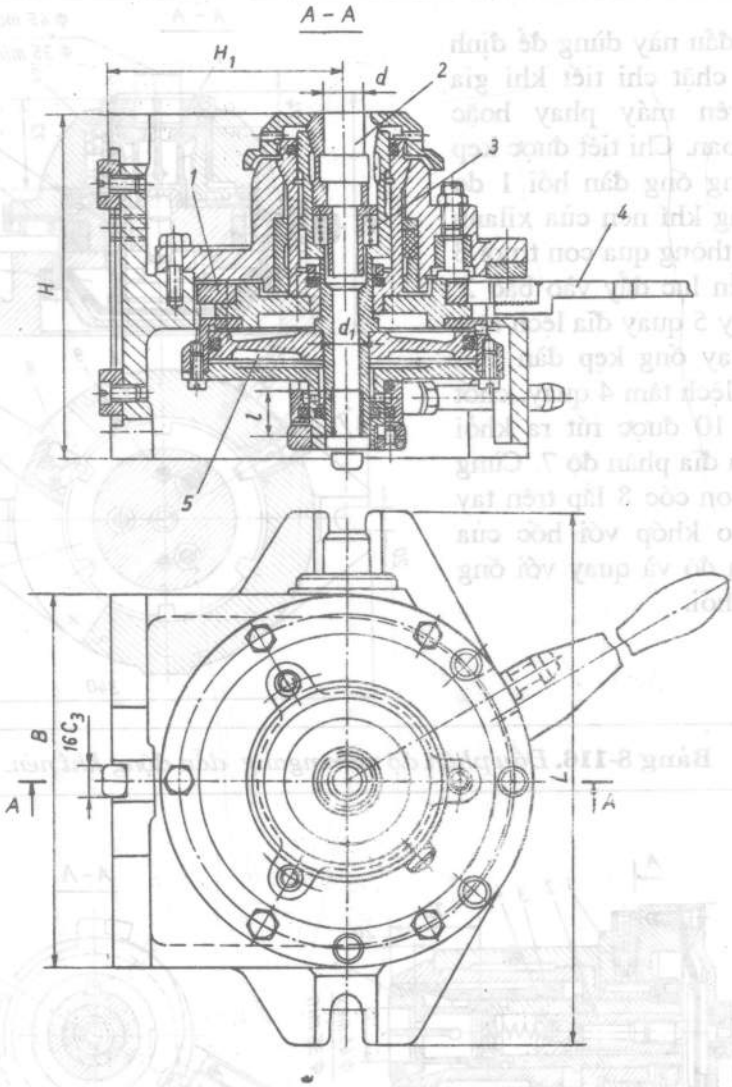


Bảng 8-116. *Đầu phân độ nằm ngang dẫn động khí nén.*



Định vị, kẹp chặt chi tiết và quay cũng tương tự như loại trên. Ống kẹp đàn hồi 5 được kéo về phía sau nhờ dẫn động khí nén thông qua cần 2 và chốt 4, lúc đó bạc 3 đứng yên sẽ bóp ống kẹp đàn hồi 5 lại để kẹp chặt phôi. Quay và định vị đĩa phân độ 1 được thực hiện nhờ tay quay 6.

Bảng 8-117. *Đầu phân độ thẳng đứng dẫn động khí nén.vạn năng khí nén.*



Có thể định vị theo hai mặt phẳng vuông góc đảm bảo cho phôi có vị trí thẳng đứng hay nằm ngang so với mặt phẳng bàn.

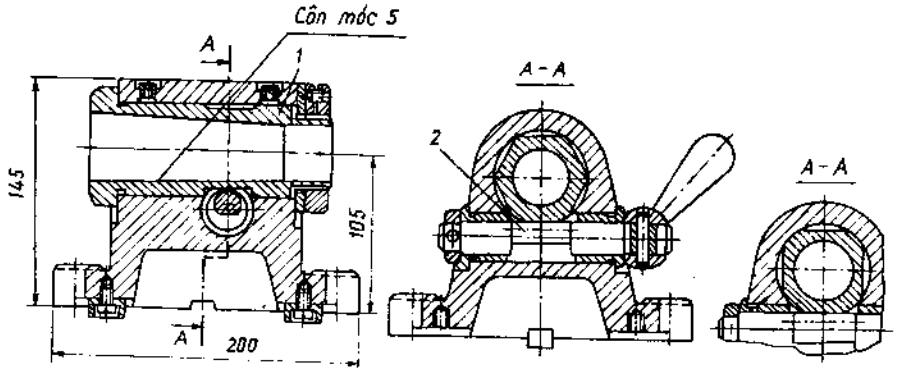
Đĩa phân độ 1 có 6 hoặc 8 khoảng chia. Phôi được gá đặt trong ống kẹp đàn hồi 2, kẹp chặt bằng xilanh khí nén 5. Lò xo 3 để tháo lỏng. Tay quay 4 để quay đĩa phân độ 1 cùng ống kẹp đàn hồi.

Kích thước, mm.

d	B	H	H_1	L	d_1	l	D	Q
25	205	190	128	290	20,4	30	160	830
35	260	200	160	345	30,8	35	210	1450

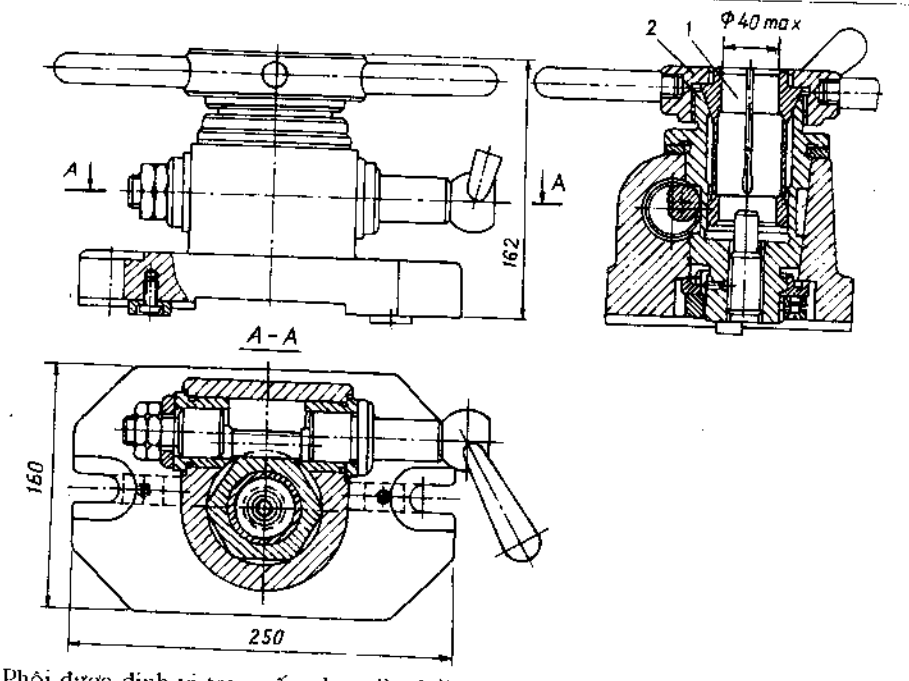
D - đường kính piston, mm.
Q - lực trên cần piston khi áp suất khí nén p = 40N/cm².

Bảng 8-118. *Đầu phân độ cơ khí nằm ngang.*



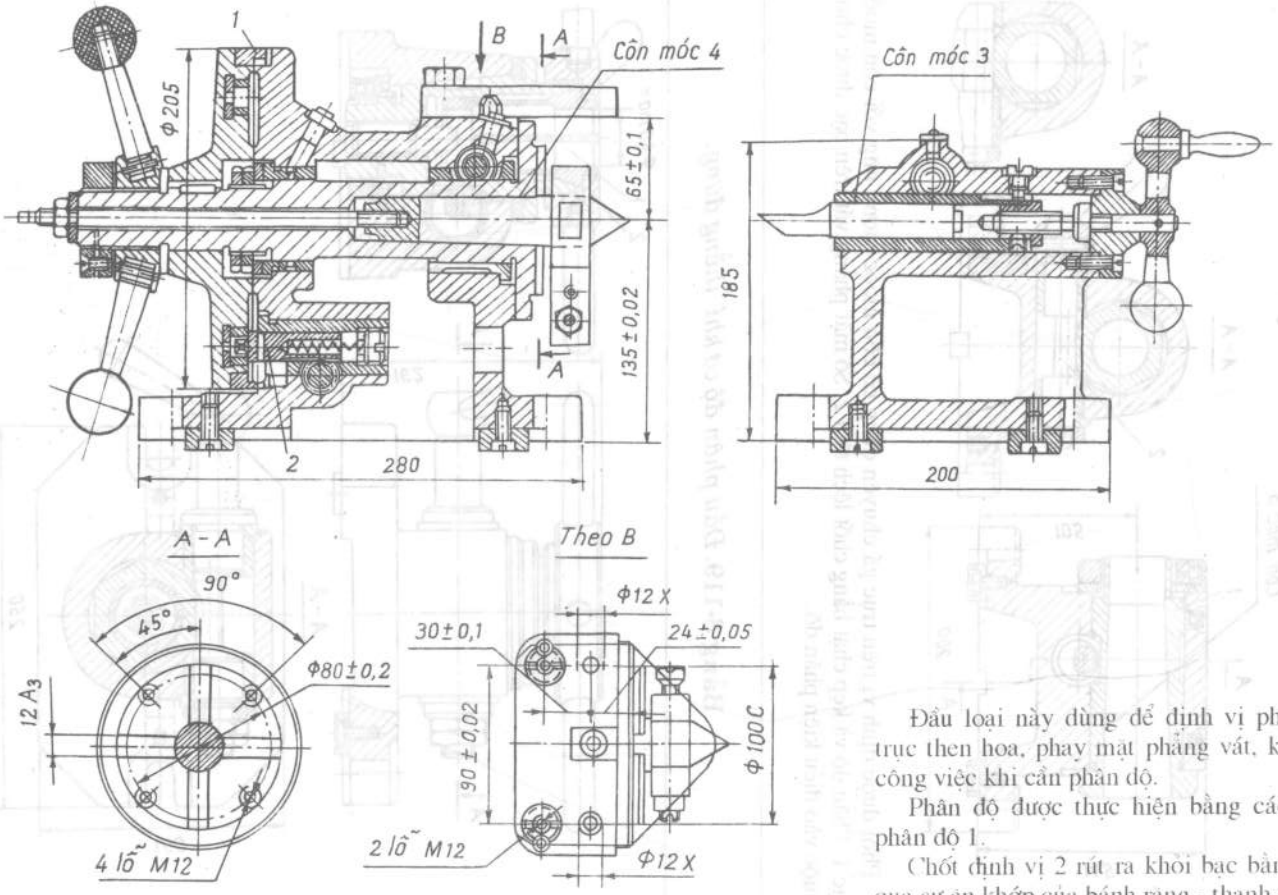
Phôi được định vị trên trục gá chuyên dùng có côn moóc tương ứng với côn moóc của bạc 1. Phân độ và kẹp chặt bằng chốt lệch tâm 2. Số mặt phẳng vát trên bạc được chọn phụ thuộc vào điều kiện phân độ.

Bảng 8-119. *Đầu phân độ cơ khí thẳng đứng.*



Phôi được định vị trong ống kẹp đàn hồi thay thế 1 và được kẹp chặt bằng đai ốc 2. Phương pháp phân độ cũng giống như ở đầu phân độ cơ khí nằm ngang đã giới thiệu ở trên.

Bảng 8-120. *Đầu phân độ cơ khí nằm ngang và ụ sau.*



Đầu loại này dùng để định vị phôi khi phay trục then hoa, phay mặt phẳng vát, khoan và các công việc khi cần phân độ.

Phân độ được thực hiện bằng cách quay đĩa phân độ 1.

Chốt định vị 2 rút ra khỏi bạc bằng tay thông qua sự ăn khớp của bánh răng - thanh răng.

BẢNG ĐỐI CHIẾU MỘT SỐ KÝ HIỆU (MÁC) THÉP VÀ GANG CỦA MỘT SỐ NƯỚC.

TCVN	FOCT	GB	UNS	AISI/SAE	JIS	NF (AFNOR)	DIN	BS
C45	45	45	G10450	1045	S45C	XC45	C45	060A
40Cr	40X	40Cr	G51400	5140	SCr440	42C4	41Cr4	530A40
OL1001,5	X15	GCr15	G52986	52100	SUJ2	100C6	100Cr6	535A99
20Cr13	20X13	2X13	S42000	420	SUS420J1	Z20C13	X20Cr13	420S99
08Cr18Ni10	08X18H10	0Cr18Ni9	S30400	304	SUS304	Z7CN18-09	X15Ni18-10	304S31
CD100	10	T10	T72301	W09	SK4	Y1-90	C105W1	-
210Cr12	X12	Cr12	T30403	D3	SKD1	Z200C12	X210Cr12	BD3
80W18Cr4V	P18	W18Cr4V	T12001	T1	SKH2	Z80WCV18-04-01	S18-01	BT1
				ASTM				
CT 34	CT2	A2	-	GradeC (A283-88)	SS 330	Fe 360	Fe 360	Fe 360
GX 28 – 48	C30	HT 300	F12803	Class40 (A48-92)	FC 300	FGL 300	GG 30	Grade 300
GC 50 – 2	B50	QT 500 – 7	F33800	Grade 65-45-12 (A536-84)	FCD 500	FGS 500-7	GGG 50	Grade 500/7

TÀI LIỆU THAM KHẢO.

1. Đặng Vũ Giao, Nguyễn Đắc Lộc và các tác giả khác.
Sổ tay thiết kế công nghệ chế tạo máy- Tập 1 và 2.
Trường Đại học Bách khoa - Hà Nội - 1970.

2. Lê Văn Tiến, Trần Văn Địch, Trần xuân Việt.
Đồ gá cơ khí hoá và tự động hóa.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội - 1999.

3. Nguyễn Đắc Lộc, Tăng Huy.
Điều khiển số và công nghệ trên máy điều khiển số CNC.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội - 1998.

4. Nguyễn Trọng Bình, Nguyễn Thế Đạt, Trần Văn Địch và các tác giả khác.
Công nghệ chế tạo máy- Tập 1 và 2.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội - 1998.

5. Ninh Đức Tốn.
Giáo trình dung sai.
Trường Đại học Bách khoa - Hà Nội - 1997.

6. Nghiêm Hùng.
Sách tra cứu thép, gang thông dụng.
Trường Đại học Bách khoa - Hà Nội - 1997.

7. Tạ Duy Liêm.
Máy điều khiển theo chương trình số và rôbôt công nghiệp.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội - 1998.

8. Bôrixôp V.B, Bôrixôp E. I, Vaxiliep V.N và các tác giả khác.
Sổ tay công nghệ chế tạo máy- Tập 1 và 2.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1985.

9.Đanski A.M, Đôlexki B.A, Ivanôp B. B.
Hệ thống tự động thiết kế các quá trình công nghệ và lắp ráp cơ khí.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1979.

10. Đômatôpxki G. A.
Sổ tay công nghệ gia công cắt gọt kim loại.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1962.

11. Đietmar Schmit.
"CIM - Giáo trình tự động hoá gia công".
Nhà xuất bản Lechemited Europa - 1991.

12. Gôrôtxkin A.K.
Đồ gá dùng cho máy công cụ - Sổ tay.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1979.

13. Hans B. Kief.
CN/CNC - Handbuch - "97/98".
Nhà xuất bản CARL HANSER - 1997.

14. Kơnorodop B. V, Usôva L. F.
Công nghệ kim loại và gia công vật liệu.
Nhà xuất bản "Luyện kim" Maxcva - 1987.

15. Mahadevan K, Balaveera Reddy K.
Sổ tay thiết kế dùng cho kỹ sư cơ khí.
Nhà xuất bản Shahdara - Delhi - 1100232 - Ấn Độ - 1990.
16. Ôđinxôp L. G.
Gia công tinh bề mặt bằng biến dạng dẻo - Sổ tay.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1987.
17. Rênhicôp A. N và các tác giả khác.
Gia công bằng hạt mài và hạt kim cương.
Nhà xuất bản "Chế tạo máy" Maxcva - 1977.
18. Tập thể tác giả.
Đồ gá.
Nhà xuất bản Lechemited Europa - 1990.
19. Zakharenkô I. P.
Dụng cụ kim cương và quá trình gia công.
Nhà xuất bản "Kỹ thuật" Kiep - 1980.
20. Nguyễn Tiến Đào, Nguyễn Tiến Dũng.
Công nghệ cơ khí và ứng dụng CAD - CAM - CNC.
Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật - Hà Nội - 1999.

MỤC LỤC.

	Trang
Lời nói đầu	3
CHƯƠNG 5. CHẾ ĐỘ CẮT.	5
A. TÍNH TOÁN CHẾ ĐỘ CẮT.	5
1. Khái niệm chung	5
a) Chiều sâu cắt.	5
b) Lượng chạy dao.	5
c) Tốc độ cắt	6
d) Tuổi bền	6
e) Lực cắt.	9
2. Tiện	10
a) Chiều sâu cắt.	10
b) Lượng chạy dao.	10
c) Tốc độ cắt	10
d) Lực cắt.	15
e) Công suất cắt.	16
3. Bào, xọc.	19
a) Chiều sâu cắt.	19
b) Lượng chạy dao.	19
c) Tốc độ cắt	19
d) Lực cắt.	19
e) Công suất cắt.	20
4. Khoan, khoan rộng, khoét và doa.	20
a) Chiều sâu cắt.	20
b) Lượng chạy dao.	20
c) Tốc độ cắt	20
d) Mômen xoắn.	21
e) Công suất cắt.	26
5. Phay	26
a) Chiều sâu cắt.	27
b) Lượng chạy dao.	27
c) Tốc độ cắt	27
d) Lực cắt.	28
e) Mômen xoắn.	28
g) Công suất cắt.	28
6. Cắt, xẻ nhỏ.	35
a) Lượng chạy dao.	35
b) Tốc độ cắt	36
7. Cắt ren.	37
a) Chiều sâu cắt và lượng chạy dao.	37
b)Tốc độ cắt.	37
c) Các quan hệ lực	44
d) Công suất cắt ren.	44

Trang

8. Chuốt. 44

a) Các phần tử cắt khi chuốt. 44

b) Chu vi cắt. 44

c) Lượng chạy dao. 44

d) Tốc độ cắt. 44

e) Lực cắt. 44

9. Mài. 44

B. TRA BẢNG CHẾ ĐỘ CẮT. 46

1. Khái quát. 49

2. Gia công trên các máy cắt đứt bằng cưa đĩa và bằng dao tiện thép gió. 49

3. Tiện. 49

a)Tiện gang và hợp kim đồng bằng dao thép gió và dao hợp kim cứng. 52

b) Tiện rãnh và tiện đứt. 52

c) Gia công hợp kim nhôm. 64

4. Bào, xọc. 66

a) Gia công trên các máy bào giường. 67

b) Gia công trên máy bào ngang. 67

c) Gia công trên máy xọc. 75

5. Khoan, khoan rộng, khoét và doa. 81

a) Khoan thép bằng mũi khoan ruột gà thép gió. 83

b) Khoan gang xám và hợp kim đồng bằng mũi khoan ruột gà thép gió. 83

c) Khoan gang xám bằng mũi khoan hợp kim cứng. 86

d) Khoan hợp kim nhôm bằng mũi khoan ruột gà thép gió. 88

e) Khoan rộng thép, thép đúc và gang xám bằng mũi khoan ruột gà thép gió. 90

g) Khoan thép và gang bằng mũi khoét thép gió. 91

h) Khoan thép và gang bằng mũi khoét hợp kim cứng. 95

i) Doa thép và gang bằng mũi doa máy thép gió. 98

k) Doa hợp kim đồng bằng mũi doa máy thép gió. 104

l) Doa hợp kim nhôm bằng mũi doa máy thép gió. 107

6. Phay. 108

a) Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu thép gió. 108

b) Phay mặt phẳng bằng dao phay mặt đầu hợp kim cứng. 108

c) Phay bằng dao phay mặt đầu một răng có lưỡi cắt rộng bản. 113

d) Phay bằng dao phay trụ thép gió. 116

e) Phay bằng dao phay trụ gắn mảnh hợp kim cứng. 119

g) Phay mặt phẳng bằng dao phay ngón thép gió. 127

h) Phay rãnh bằng dao phay ngón thép gió. 131

i) Phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay ngón gắn mảnh hợp kim cứng. 138

k) Phay rãnh bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió. 141

146

Trang

l) Phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay đĩa ba mặt răng thép gió. 153
m) Phay rãnh, phay mặt phẳng và vấu lồi bằng dao phay đĩa gắn mảnh hợp kim cứng. 160
n) Phay rãnh then hoa và cắt đứt bằng dao phay thép gió. 165
o) Phay rãnh then thép bằng dao phay rãnh then thép gió. 169
p) Phay hợp kim nhôm. 170
7. Cắt ren. 171
a) Cắt bằng tarô. 171
b) cắt bằng bàn ren và đầu cắt ren. 171
8. Cắt răng. 172
a) Gia công bánh răng trụ bằng dao phay môđun trục vít. 172
b) Gia công bánh vít bằng dao phay môđun. 175
c) Gia công bánh răng trụ bằng dao xọc răng. 175
d) Gia công bánh răng trụ bằng dao cà răng dạng đĩa. 177
e) Gia công bánh côn răng thẳng bằng dao bào răng. 178
g) Gia công bánh côn răng cong bằng đầu cắt răng. 180
h) Gia công trên máy vê đầu răng bằng dao dao vê đầu răng. 181
9. Mài. 181
a) Mài tròn ngoài thô. 181
b) Mài tròn ngoài tinh và bán tinh. 182
c) Mài tròn trong thô. 184
d) Mài tròn trong tinh và bán tinh. 184
e) Mài vô tâm thô chạy dao dọc. 187
g) Mài vô tâm tinh và bán tinh chạy dao dọc. 187
h) Mài vô tâm thô chạy dao ngang. 189
i) Mài vô tâm tinh và bán tinh chạy dao ngang. 190
k) Mài phẳng thô bằng chu vi đá trên máy mài bàn từ tròn. 192
l) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng chu vi đá trên máy mài bàn từ tròn. 193
m) Mài phẳng thô bằng mặt đầu đá trên máy mài bàn từ chữ nhật. 194
n) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng mặt đầu đá trên máy mài bàn từ chữ nhật. 195
o) Mài phẳng thô bằng mặt đầu đá trên máy mài có bàn từ quay. 196
p) Mài phẳng tinh và bán tinh bằng mặt đầu đá trên máy mài có bàn từ quay. 196
10. Chia nhóm tính gia công của thép và hợp kim đồng dùng để chọn hệ số cho tốc độ cắt theo ký hiệu (mác) và cơ tính của chúng. 200
** Phụ lục cho chương 5.* 202
Tiêu chuẩn ISO. 202
Tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN). 202
Tiêu chuẩn Nga (ГОСТ). 203
Tiêu chuẩn TRung Quốc (GB). 204
Tiêu chuẩn Hoa Kỳ (AISI/SAE). 204
Tiêu chuẩn Nhật Bản (JIS). 207
Tiêu chuẩn các nước châu Âu 208

Trang

CHƯƠNG 6. GIA CÔNG CÁC BỀ MẶT BẰNG BIẾN DẠNG DẺO. 210

1. Sự hình thành bề mặt gia công. 210

2. Chất lượng gia công. 223

a) Độ chính xác gia công. 223

b) Độ sóng và độ nhám. 224

c) Tính chất cơ lý. 224

3. Dụng cụ gia công. 225

a) Vật liệu. 225

b) Bi và con lăn. 227

c) Dụng cụ rà. 231

d) Dụng cụ nong lỗ. 231

4. Lăn ép bằng bi. 231

a) Sơ đồ gia công. 231

b) Chọn các thông số công nghệ. 234

c) Một số dạng lăn ép bi. 236

5. Lăn ép mặt trụ ngoài bằng con lăn. 240

a) Sơ đồ gia công. 240

b) Chọn các thông số công nghệ. 242

6. Lăn ép lỗ bằng con lăn. 245

a) Đặc điểm và sơ đồ gia công. 245

b) Chọn chế độ gia công. 246

7. Nông lỗ bằng chày nong. 251

a) Sơ đồ gia công. 251

b) Chọn các thông số cho công nghệ gia công lỗ. 254

CHƯƠNG 7. GIA CÔNG CÁC CHI TIẾT CƠ KHÍ TRÊN MÁY NC, CNC VÀ SỬ DỤNG RÔBÔT CÔNG NGHIỆP TRONG HỆ THỐNG GIA CÔNG LINH HOẠT. 259

1. Đặc điểm công nghệ và cấu trúc kỹ thuật của dây truyền gia công linh hoạt. 259

2. Gia công chi tiết cơ khí trên máy công cụ điều khiển theo chương trình số (NC, CNC). 267

a) Tổng quát về máy công cụ điều khiển theo chương trình số. 267

b) Khái niệm về "trục". 275

c) Quá trình xử lý số. 277

d) Quá trình phát triển kỹ thuật gia công NC, CNC 280

e) Các phương thức điều khiển bằng số. 281

g) Bộ nội suy. 281

h) Các chức năng thực hiện gia công trên máy công cụ NC, CNC. 284

i) Hệ toạ độ máy, điểm "không" của máy, điểm "không" của phôi, điểm kiểm tra dụng cụ. 287

Trang

l) Lập chương trình NC. 295
m) Ngôn ngữ lập trình NC. 296
n) Hệ thống dụng cụ dùng cho máy NC. 304
o) Các loại máy NC. 320
p) Đánh giá độ chính xác gia công trên máy NC. 350
q) Đầu tư ứng dụng kỹ thuật gia công NC, CNC trong sản xuất. 354
3. Người máy công nghiệp. 358
a) Phân loại người máy công nghiệp. 358
b) Hệ điều khiển của người máy công nghiệp. 362
c) Lập chương trình cho người máy công nghiệp. 365

CHƯƠNG 8. ĐỒ GÁ TRÊN MÁY CÔNG CỤ. 374

1. Công dụng của trang bị công nghệ cơ khí và phân loại chúng. 374
2. Cơ sở thiết kế đồ gá chuyên dùng gia công cắt gọt. 376
a) Quá trình gá đặt phôi trên máy công cụ. 376
b) Các thành phần chính của đồ gá gia công cắt gọt. 379
c) Trình tự thiết kế đồ gá gia công cắt gọt. 379
3. Đồ định vị. 391
a) Đồ định vị khi chuẩn là mặt phẳng. 391
b) Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ ngoài. 395
c) Đồ định vị khi chuẩn là mặt trụ trong (lỗ). 400
d) Đồ định vị khi chuẩn là các lỗ tâm. 409
e) Các cơ cấu định vị khác. 413
4. Cơ cấu kẹp chặt và phương pháp tính. 417
a) Một số cơ cấu kẹp thông dụng. 417
b) Một số chi tiết kẹp thông dụng. 428
c) Tính lực kẹp cần thiết và tính cơ cấu kẹp. 418
5. Truyền dẫn cơ khí hóa và truyền dẫn cơ - thủy lực. 495
a) Truyền dẫn khí nén. 496
b) Truyền dẫn thủy lực - khí nén. 510
c) Truyền dẫn cơ thủy lực. 521
6. Cơ cấu dẫn hướng và so dao. 525
a) Cơ cấu dẫn hướng. 525
b) cơ cấu so dao khi phay. 537
7. Một số đồ gá vạn năng điều chỉnh. 538
a) Đồ gá tiện. 538
b) Êto máy. 548
c) Bàn gá. 554
d) Giá gá. 566
e) Đầu phân độ vạn năng. 571

BẢNG ĐỐI CHIẾU KÝ HIỆU (MÁC) THÉP VÀ GANG CỦA MỘT SỐ NƯỚC 575

Tài liệu tham khảo. 576

Mục lục. 578

SỔ TAY CÔNG NGHỆ CHẾ TẠO MÁY

Tập 2

(In lần thứ 5)

Tác giả: **Gs. Ts. Nguyễn Đắc Lộc.**
Pgs.Ts. Lê Văn Tiến.
Pgs.Ts. Ninh Đức Tốn.
Pgs.Ts. Trần Xuân Việt.

Chịu trách nhiệm xuất bản: **Pgs. Ts. Tô Đăng Hải.**
Biên tập: **Nguyễn Diệu Thúy; Nguyễn Hòa Bình.**
Trình bày và làm chế bản: **Nguyễn Hòa Bình.**
Sửa chế bản: **Nguyễn Diệu Thúy.**
Vẽ hình: **Nguyễn Thị Hạnh.**
Vẽ bìa: **Hương Lan.**

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT.
HÀ NỘI 2005.

In 800 cuốn, khổ 16 x 24cm tại Xí nghiệp in Thương mại.
Giấy phép số: 150-264-2 do Cục Xuất bản cấp ngày 4/2/2005.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 3/2005.

205049

Giá: 76 000đ